

WILSON FLAVIO FELTRIM ROSEGHINI

**CLIMA URBANO E DENGUE NO CENTRO-SUDOESTE DO BRASIL**

Tese apresentada como requisito à obtenção do título de Doutor em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Assis Mendonça

CURITIBA

2013

---

R799c

Roseghini, Wilson Flavio Feltrim  
Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil / Wilson Flavio Feltrim  
Roseghini. – Curitiba, 2013.  
151f. : il. color.; 30 cm.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra,  
Programa de Pós-graduação em Geografia, 2013.  
Orientador: Francisco Assis Mendonça.  
Bibliografia: p. 144-151.

1. Dengue. 2. Planejamento Urbano - Fatores climáticos. 3. Política Ambiental. I.  
Universidade Federal do Paraná. II. Mendonça, Francisco Assis. III. Título.

CDD: 614.58852

---



MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR CIÊNCIAS DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



### ATA DE DEFESA DE TESE

Aos vinte e dois dias do mês de março do ano de dois mil e treze, na sala PH05, foi avaliada pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo relacionados, a Tese de Doutorado do (a) aluno (a) WILSON FLÁVIO FELTRIM ROSEGHINI intitulada "CLIMA URBANO E DENGUE NO CENTRO-SUDOESTE DO BRASIL" que obteve como resultado final:

APROVAÇÃO

(RES. 65/09 CEPE Art. 69. Os examinadores avaliarão a dissertação ou a tese considerando o conteúdo, a forma, a redação, a apresentação e a defesa do trabalho, decidindo pela aprovação, ou reprovação do trabalho de conclusão do aluno.  
Parágrafo único. A ata da sessão pública da defesa de dissertação ou tese indicará apenas a condição de aprovado ou reprovado.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça – Orientador

Prof. Dr. Pietro Ceccato (Columbia Univ. – webconference)

Profa. Dra. Erika Collishon (UFPEL)

Profa. Dra. Ligia Vizeu Barroso (USP)

Profa. Dra. Eliane Müller Seraphim Dumke (UTFPR)

Obs.: indicações de publicação.

Dedico este trabalho a minha família, meu porto seguro, e em especial à minha mãe, pela perseverança que sempre teve na vida e por acreditar em mim...

## AGRADECIMENTOS

Por incrível que pareça, esse é um dos espaços mais difíceis de se construir, não por falta de merecimento das pessoas que fizeram parte dessa caminhada, muito pelo contrário, mas por temer deixar alguém de fora! Mas vamos lá...

Gostaria de agradecer aqui TODAS as pessoas, que de alguma forma, por mais pequena que tenha sido, fizeram parte dessa trajetória! Vale destacar algumas delas:

Ao Prof. Dr. Francisco Mendonça, não só por ter sido o orientador desta pesquisa, mas por ter sido amigo e conselheiro (e agora colega também), mesmo tendo que lidar com um libriano indeciso que sempre tenta abraçar o mundo, tudo ao mesmo tempo.

Aos amigos sempre persistentes, mesmo sabendo que recusaria o convite para uma cervejinha ou para viajar porque “precisava terminar um artigo pra ontém”! Quero destacar aqui a turma de Maringá (Guilherme, Samir, Mounir); de Curitiba (Carol, Dadi, Jeferson, Luciana, Luana, Cassiano, a turma do Urutau Rugby); o pessoal do Laboclima (José Aquino, Carlos Eduardo, Gabriela, Ariadne, Wiviany, Leandro, Larissa, Francisco Castelhana, Tereza, Nathan, Henrique, Marcelo, Allan), os amigos dos tempos de Unicentro (Aparecido, Roberto, Karla, Valdemir, Andreza, Wanda e Basso) e o pessoal dos fóruns de meteorologia.

Também quero agradecer ao prof. Dr. Pietro Ceccato pela dedicação em me orientar durante o doutorado sanduíche na Universidade de Columbia em Nova Iorque, EUA. Aproveitando, quero agradecer também a força que recebi da Dr. Katia Fernandes, que além de ensinar MatLab foi uma grande amiga e parceira de chimarrão.

Não poderia deixar de agradecer a Vicentina, a Maria Cleide e ao Hélio, amigos que me auxiliaram muito durante a coleta dos dados, mesmo com todas as dificuldades enfrentadas. Também a Capes e ao Cnpq por financiarem nossos projetos e, principalmente, a bolsa de doutorado que recebi no Brasil e no EUA.

Também quero agradecer a todos institutos que cederam dados para a pesquisa, destacando aqui o Simepar, Inmet, IAC, Redemet, Sinan e secretarias de saúde estaduais e municipais.

Aos meus alunos, que serviram de inspiração para tentar ser cada vez melhor como professor, sempre buscando novos conhecimentos para compartilhar.

À Juliana Zardo pelo companheirismo, carinho e paciência, pois não é fácil aguentar um doutorando chato, nerd e a beira de um ataque de nervos!

E por fim, agradecer a toda minha família pela compreensão durante minhas ausências e por entender a importância dessa etapa para mim!

"Um homem precisa viajar, por sua conta, não por meio de estórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés para entender o que é seu, para um dia plantar suas próprias árvores e dar-lhes valor, conhecer o frio para desfrutar do calor, e o oposto; sentir a distância e desabrigo para estar bem sobre o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece pra quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como imaginamos e não simplesmente como é, que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos e simplesmente ir ver..."  
(Amir Klink, Mar sem fim).

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	06
Lista de Quadros e Tabelas .....	07
Lista de Abreviações.....	07
Resumo.....	08
Abstract.....	09
<b>PRÓLOGO</b> .....	10
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>PROBLEMÁTICA DA PESQUISA</b> .....	16
<b>HIPÓTESE</b> .....	21
<b>OBJETIVOS</b> .....	22
Geral.....	22
Específicos.....	22
<b>1 - CLIMA E DOENÇAS: imbricações entre o clima urbano e a dengue na perspectiva geográfica</b> .....	23
1.1 - O CLIMA COMO DEFLAGRADOR DE DOENÇAS: a dengue em foco.....	23
1.2 - DO URBANO AO O CLIMA URBANO: o clima citadino como desencadeador da dengue.....	27
1.3 - A DINÂMICA CLIMÁTICA REGIONAL E O RITMO CLIMÁTICO APLICADOS AO ESTUDO DA DENGUE.....	37
<b>2 - MATERIAL E MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	45
2.1 - TÉCNICAS ESTATÍSTICAS.....	57
<b>3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA</b> .....	60
3.1 – CAMPO GRANDE/MS, MARINGÁ/PR E RIBEIRÃO PRETO/SP: a formação do clima urbano e a evolução dos casos de dengue.....	60
3.2 – CAMPO GRANDE/MS.....	65
3.3 – MARINGÁ/PR.....	73
3.4 – RIBEIRÃO PRETO/SP.....	83
<b>4 - CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM CAMPO GRANDE/MS, MARINGÁ/PR E RIBEIRÃO PRETO/SP</b> .....	90
4.1 – CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM CAMPO GRANDE/MS.....	90
4.2 – CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM MARINGÁ/PR.....	101
4.3 – CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM RIBEIRÃO PRETO/SP.....	113
4.4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA: temporalidades anuais, sazonais, mensais e rítmicas diárias.....	130
<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	141
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	144

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa De Risco Climático De Dengue – Sacedengue.....	11
Figura 2 – Mosaico Representando O Vetor Da Dengue <i>Aedes Aegypti</i> .....	20
Figura 3 - Risco Global De Dengue Para O Ano De 2011.....	24
Figura 4 – Estratificação Vertical Da Atmosfera Urbana E Escalas De Análise.....	32
Figura 5 – Perfil De Uma Ic - Ilha De Calor.....	33
Figura 6 – Sistemas Atmosféricos E Massas De Ar Atuantes Na América Do Sul. ....	38
Figura 7 – Sistema Ambiental Urbano (Sau). ....	48
Figura 8 – Diagrama Esquemático Do Modelo Dinâmico Para Dengue.....	50
Figura 9– Organograma Esquemático Do Roteiro Metodológico. ....	52
Figura 10 – Classificação Climática Segundo IBGE. ....	60
Figura 11 – Campo Grande/Ms, Ribeirão Preto/Sp E Maringá/Pr – Localização Geografica. ....	61
Figura 12 – Campo Grande-Ms: Perspectiva Aérea Da Região Central. ....	67
Figura 13 – Campo Grande-Ms: Regiões Urbanas.....	68
Figura 14 – Maringá-Pr: Regiões Urbanas. ....	75
Figura 15 – Maringá-Pr: Perspectiva Aérea Da Região Central. ....	77
Figura 16 – Área Urbana Contínua De Maringá/Pr - Localização Geográfica.....	81
Figura 17 – Ribeirão Preto – Sp: Regiões Urbanas.....	87
Figura 18 – Ribeirão Preto-Sp: Perspectiva Aérea Da Região Central. ....	88
Figura 19 – Campo Grande: Lixo A Céu Aberto No Bairro Aero Rancho.....	92
Figura 20 - Campo Grande: Despejo Irregular De Entulhos No Bairro Aero Rancho. ....	92
Figura 21 – Campo Grande: Recicladora De Pneus Localizada No Bairro Jardim Tarumã.....	93
Figura 22 – Campo Grande/Ms: Localização Das Estações Meteorológicas Em 2012. ....	95
Figura 23 – Campo Grande/Ms: Estação Meteorológica Automática Instalada Na Zona Norte. ....	96
Figura 24 – Campo Grande: Estação Instalada Na Área Central Em 2012. ....	96
Figura 25 Termografia Para Campo Grande .....	98
Figura 26 Termografia Para Campo Grande .....	99
Figura 27 – Paiçandu/Pr - Habitação De Baixa Renda.....	102
Figura 28 – Paiçandu/Pr - Ravina Cheia De Entulhos Em Um Bairro Residencial. ....	103
Figura 29 – Paiçandu, Pr- Recicladores Autônomos. ....	104
Figura 30 – Maringá, Pr – Deposito De Pneus Em Empresa De Transportes. ....	104
Figura 31 – Auc-Maringá: Localização Das Estações Meteorológicas Em 2012. ....	106
Figura 32 – Maringá: Estação Instalada Na Zona Norte (Faculdade Puc). ....	106
Figura 33 – Maringá: Estação Instalada Na Zona Central (Colégio Marista). ....	107
Figura 34 – Maringá: Estação Instalada Na Zona Sul (Faculdade Insep). ....	107
Figura 35 – Sarandi: Estação Instalada No Norte (Colégio Herbert De Souza). ....	108
Figura 36 – Maringá: Estação Instalada Na Zona Oeste (Porto Seco), Divisa Com Paiçandu. ....	108
Figura 37 Termografia Para Maringá .....	110
Figura 38 Termografia Para Maringá .....	111
Figura 39 – Ribeirão Preto: Cemitério Municipal (2011).....	115
Figura 40 – Ribeirão Preto: Acúmulo De Resíduos A Céu Aberto. ....	116
Figura 41 – Ribeirão Preto: Material Descartado Em Calçadas. ....	117
Figura 42 A E B – Ribeirão Preto: Localização Das Estações Meteorológicas.....	118
Figura 43 – Ribeirão Preto: Abrigo De Coleta De Dados No Cemitério. ....	119
Figura 44 – Ribeirão Preto: Abrigo De Coleta De Dados Na Igreja.....	119
Figura 45 – Ribeirão Preto: Abrigo De Coleta De Dados No Campus Da Usp. ....	120
Figura 46 – Ribeirão Preto: Abrigo Meteorológico Em Pvc Utilizado Para Coleta De Dados. ....	121
Figura 47 – Ribeirão Preto: Isotermas De 25/03/2011 – 09h .....	122
Figura 48 – Ribeirão Preto: Isotermas De 25/03/2011 – 15h. ....	123
Figura 49 – Ribeirão Preto: Isotermas De 25/03/2011 – 21h. ....	124
Figura 50 – Termografia para Ribeirão Preto .....	128

Figura 51 – Termografia para Ribeirão Preto .....	129
Figura 52 A, B, C – Anomalia Da Precipitação Dez-Mar (Período Chuvoso).....	134
Figura 53 A E B – Piscina E Pneus Abandonados, Situação Típica Encontrada Nas Três Cidades.	143

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Parâmetros climatológicos utilizados na equação do SACDENGUE.....	56
Quadro 2 – correlação entre anomalias mensais de precipitação e casos de dengue sem <i>lag</i> , com 1, 2 e 3 meses de <i>lag</i> . FONTE: IRI Library e SINAN.....	134
Quadro 3 – correlação entre anomalias mensais de temperatura e casos de dengue sem <i>lag</i> , com 1, 2 e 3 meses de <i>lag</i> . FONTE: IRI Library e SINAN.....	136

## LISTA DE ABREVIações

**AUC** – Área Urbana Contínua

**CNPq** – Conselho Nacional de Pesquisa.

**FHD** – Febre Hemorrágica da Dengue.

**IIP** – Índice de Infestação Predial de *Aedes aegypti*.

**INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**MS** – Ministério da Saúde

**MPA** – Massa Polar Atlântica

**MEC** – Massa Equatorial Continental

**MTA** – Massa Tropical Atlântica

**FPA** – Frente Polar Atlântica

**OMS** – Organização Mundial da Saúde.

**OPAS** – Organização Pan-americana da Saúde.

**PNCD** – Programa Nacional de Controle da Dengue.

**PNUD** - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

**SESA** – Secretaria de Estado da Saúde.

**SIG** – Sistema de Informações Geográficas.

**SINAN** – Sistema de Informações Nacional de Agravos Notificados.

**SISFAD** – Sistema de Informações de Febre Amarela e Dengue.

**SUS** – Sistema Único de Saúde.

**UFPR** – Universidade Federal do Paraná.

**WHO** – World Health Organization.

## RESUMO

A dengue é atualmente um dos mais graves problemas de saúde pública em todo o mundo. É considerada uma doença tropical negligenciada segundo a Organização Mundial de Saúde, de caráter urbano, tendo na América Latina o ambiente e o clima em condições ideais para a proliferação do mosquito *Aedes (aegypti e albopictus)*, vetor da doença. Além disso, o ambiente sociocultural (urbanização e estilo de vida) e a ineficácia das políticas públicas de saúde resultam em graves epidemias da doença. Esta pesquisa tem como foco analisar a influência do clima, especificamente o clima urbano, na proliferação da dengue em três diferentes cidades do Brasil: Campo Grande/MS, Maringá/PR e Ribeirão Preto/SP, correlacionando variáveis climáticas com a incidência da doença através da utilização de ferramenta de SIG e modelagem para compreender a dinâmica climática urbana. A análise da temperatura diária mostrou correlação significativa ( $R = 0,70$  e  $P > 0,99$ ) com os registros da doença e um atraso sete dias, assim como existe uma boa correlação entre o final da estação chuvosa e o pico epidêmico. Além do clima e fatores ambientais, o modo de vida da população também foi investigado através da forma de descarte dos resíduos. Os resultados mostraram a complexidade da doença, em uma relação estreita entre o ambiente (clima), a circulação de diferentes sorotipos, a eliminação de resíduos sólidos, entulho e piscinas abandonadas, o que coloca a própria população em situações de risco e vulnerabilidade à doença. Um ponto importante a destacar é que, mesmo em cidades diferentes, a epidemia seguiu um padrão semelhante, enfatizando a importância das variáveis climáticas no entendimento desse processo epidemiológico. A partir dos resultados, buscar-se-á auxiliar as agências de saúde local na implantação adequada de alerta precoce a partir de sistemas de monitoramento e ações preventivas de controle de condições ambientais.

**Palavras-chave:** Dengue, clima urbano, urbanização Centro-Sudoeste, Brasil.

## ABSTRACT

Dengue is currently one of the most serious worldwide public health problems. It is considered an urban neglected tropical disease by the World Health Organization, and Latin America has the ideal environment and climate conditions for the proliferation of the Aedes mosquito (*Aedes aegypti* and *albopictus*), vector of the disease. Moreover, the socio-cultural environment (urbanization and lifestyle) and ineffectiveness of public health policies, resulting in severe epidemics of disease. This research focuses on analyzing the influence of climate, specifically the urban climate, the proliferation of dengue in three different cities in Brazil: Campo Grande / MS, Maringá / PR and Ribeirão Preto / SP, correlated climatic variables with the incidence of the disease through the use of GIS and modeling tool to understand the dynamics of urban climate. The analysis of daily temperature showed significant correlation ( $R = 0.70$  and  $P > 0.99$ ) with the records of the disease and delay 7 days, just as there is a good correlation between the end of the rainy season and the epidemic peak. In addition to climate and environmental factors, the lifestyle was also investigated by means of disposing of waste. The results show the complexity of the disease, in a close relationship between the environment (climate), the circulation of different serotypes, solid waste disposal, rubble and abandoned pools, which puts its own population at risk and vulnerability to disease. An important point is that, even in different cities, the epidemic followed a similar pattern, emphasizing the importance of climate variables in epidemiological understanding of this process. From the results, get up-to assist local health agencies in implementing appropriate early warning systems from monitoring and preventive control of environmental conditions.

**Key words:** Dengue, urban climate, urbanization, Middle-Southwest, Brazil.

## PRÓLOGO

Por acreditar que a titulação de doutor não se constrói somente através da pesquisa e disciplinas, é pertinente destacar várias outras atividades que ao longo dos últimos quatro anos contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa, resultando em debates profícuos que colaboraram imensamente para a construção da tese.

Assim, podemos destacar tanto a participação em eventos como a inserção em alguns projetos de pesquisa do Laboratório de Climatologia (Laboclima), da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Dentre esses, podemos destacar o projeto “Contingencias socioambientais da dinâmica espacial da dengue no Centro-Sul do Brasil: riscos e vulnerabilidades face à urbanização e mudanças climáticas”, atrelado assim ao projeto de pesquisa maior do orientador.

Das 11 cidades constituintes do projeto, incluem-se as três analisadas nesta tese: Campo Grande/MS, Maringá/PR e Ribeirão Preto/SP, principalmente porque a doença tem incidência majoritariamente urbana no país.

Outra atividade iniciada em 2010 foi o Projeto SACDENGUE, um sistema de alerta climático de dengue criado em parceria com a SESA (Secretaria de Saúde do Paraná) e SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), onde é gerado através de dados climáticos e epidemiológicos um boletim semanal explicitando as áreas do Estado onde existe risco maior de proliferação do vetor da doença, o mosquito *Aedes Aegypti*, através do mapa de risco climático de dengue.

Todo o trabalho de elaboração do boletim, assim como a criação do algoritmo para calcular o risco climático de dengue envolveu uma equipe formada pelos pesquisadores do laboratório, responsável tanto pelo tratamento estatístico do banco de dados como pela geração e divulgação de mapas de risco utilizando ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Figura 1).

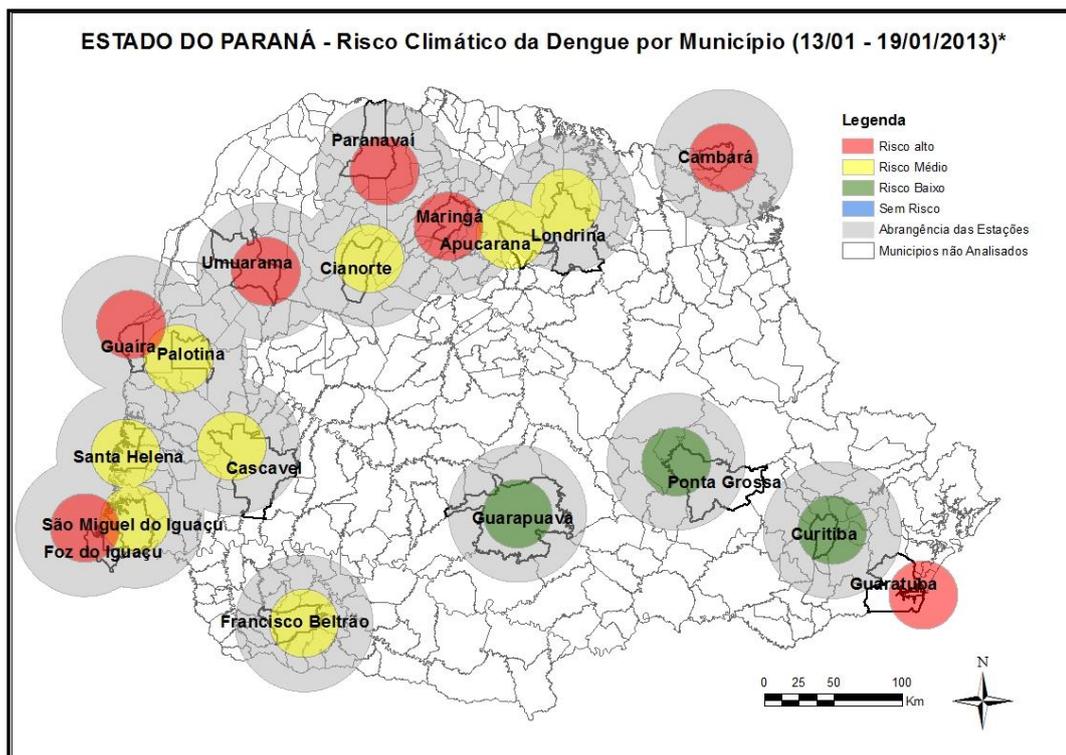


Figura 1 - mapa de risco climático de dengue – SACDENGUE.

Para divulgação dos boletins foi criado o website do Laboclima, permitindo assim inserir as informações pertinentes ao projeto e também outras relacionadas ao trabalho do laboratório. Este pode ser acessado no endereço [www.laboclima.ufpr.br](http://www.laboclima.ufpr.br).

No penúltimo ano do doutorado (2011), houve a oportunidade de estagiar no exterior para aprimorar as técnicas de análise estatística e modelização, sendo feito o intercâmbio com a Universidade de Columbia em Nova Iorque, EUA através de uma parceria com o IRI (International Research Institute for Climate and Society), sob orientação do Dr. Pietro Ceccato.

Por fim, em 2012 foi obtida aprovação no concurso para professor assistente no curso de Geografia da UFPR, cargo ocupado atualmente e que tem acrescentado mais experiência e oportunidades para a pesquisa, proporcionando chegar ao final com uma importante bagagem.

## INTRODUÇÃO

O clima urbano é produto direto da interação entre sociedade e natureza nas cidades. Embora a produção da atmosfera urbana esteja relacionada, no campo de estudos do ambiente citadino, a uma considerável quantidade de problemas, ela também resulta, em casos particulares, na melhoria da qualidade ambiental precedente.

No âmbito desta tese o foco está voltado ao tratamento da primeira situação, particularmente da análise da relação entre o ambiente climático urbano e a ocorrência de doenças humanas no mesmo.

No decorrer dos últimos séculos, a sociedade modificou o habitat natural através da formação de áreas industriais e urbanas que garantiram o processo de desenvolvimento que vivenciamos atualmente. Por outro lado, as constantes modificações do ambiente ocasionaram a dificuldade ou a impossibilidade de sanar desafios, entre eles, o de controlar desequilíbrios ambientais responsáveis por danos à qualidade de vida e sobrevivência da própria sociedade.

Estas modificações causadas pelas cidades também criaram, por consequência, alterações perceptíveis na atmosfera local, ocasionando uma diversidade de problemas que englobam desde inundações, poluição e formação de ilhas de calor, à proliferação de doenças como leptospirose, pneumonias e dengue. Tem-se então, a partir desses aspectos, a formação de uma atmosfera urbana e, conseqüentemente, a formação de um clima urbano propício ao desenvolvimento dos mais variados problemas, dentre os quais se destacam as doenças.

Em se tratando de enfermidades, a dengue é uma doença arboviral (do termo *arbovirus* – *arthropode borne virus*), ou, vírus transmitido pelo ar por artrópode (mosquito), responsável por causar em 2011 aproximadamente 230 milhões de infecções, dentre elas 25 mil casos fatais. A incidência global tem se elevado rapidamente nas últimas décadas, colocando em risco 3,6 bilhões de pessoas – metade da população global – a maioria em centros urbanos de regiões tropicais e subtropicais. (REITER, 2012).

A dengue faz parte das doenças causadas por vírus, sendo transmitida por um artrópode denominado *Aedes Aegypti*. Este vírus pertence ao gênero *Flavivírus*, família *Flaviviridae*, sendo sua infecção causada por 04 sorotipos de *Flavivírus*: DEN-1, 2, 3 e 4, que produzem imunidade sorotipo específica. Pode manifestar-se

como a dengue clássica ou hemorrágica e síndrome de choque por dengue, que são as formas clínicas mais graves (MS, 2005).

Especialmente nos países tropicais, pode ser observado que as condições ambientais (clima em particular) associadas ao ambiente social-cultural (urbanização) e à ineficácia das políticas públicas de saúde favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes Aegypti* (REITER, 2001; MENDONÇA, 2003, 2004, 2005 e 2007), culminando em graves situações de epidemia da doença.

Dessa forma, para se entender as questões ligadas à dispersão e a transmissão da dengue, são necessários olhares que visem, não só o comportamento dos indivíduos infectados, mas a correlação de todos os elementos geográficos presentes no meio urbano.

As causas e as consequências do processo de urbanização, integrado as variações climáticas, têm ganhado cada vez mais importância nos dias atuais. Um cenário de preocupações e inquietações, de dimensão planetária, formou-se nas últimas décadas em face das possíveis consequências de uma mudança climática que repercuta em um aquecimento climático global.

Há uma estreita imbricação entre a urbanização e a intensificação das variações climáticas. Os dois processos se manifestam em escala global, gerando fenômenos de alta complexidade, que apontam importantes desafios à compreensão e gestão de variados problemas a eles associados. Os fenômenos percebidos na escala global apresentam, entretanto, manifestações de ordem regional e local que demandam melhor conhecimento de suas configurações geográficas e, ao mesmo tempo, atuação de políticas públicas e da sociedade organizada para seu controle.

Mediante esses efeitos, indaga-se: a urbanização e consequente formação das ilhas de calor nas cidades estão criando condições propícias à proliferação e transmissão pelo vetor da dengue?

Sabendo-se que um conjunto de doenças transmissíveis tem no clima, um de seus condicionantes de proliferação por intermédio da ação de diferentes vetores (ROUQUAYROL, 1999), considera-se de fundamental importância o aprofundamento do conhecimento climático global – regional e local - para, em associação a ele e ao processo de urbanização, tratar da problemática da dengue nos dias atuais.

Na América Latina em especial, considerando-se a elevação das médias térmicas globais e das precipitações, estima-se que extensas áreas venham a sofrer devido à intensificação da disseminação de vetores de doenças como a malária e a dengue, possibilitando a expansão das áreas geográficas de transmissão de doenças (MENDONÇA, 2003, 2004 e 2006).

Somam-se a isso, as complexas relações ambientais envolvidas na problemática, as quais caracterizam as arboviroses como um grupo de doenças como de difícil controle. A vulnerabilidade das populações à dengue é um aspecto que demanda conhecimento aprofundado, pois somente assim o controle da doença poderá ser feito de maneira eficaz.

Nas últimas décadas, a dengue tem apresentado um quadro de forte expansão nas Américas, quando a urbanização se intensificou ao mesmo tempo em que a endemia estendeu-se, desde o norte do México até a Argentina, área geográfica na qual podem ser encontrados também os quatro sorotipos da doença. O quadro se agravou fortemente com o incremento da forma hemorrágica, fase geralmente letal da doença, com o consequente aumento da mortalidade (FORATTINI, 1999, p. 494).

Conforme o relatório da OPAS<sup>1</sup> (2003) *“o clima e o tempo afetam a saúde humana de diversas maneiras (...). Chuvas fortes podem desencadear epidemias de doenças como a malária e a dengue”,* bem como *“os mosquitos transmissores de doenças típicas de países tropicais, como malária e dengue, migrarão para países de clima temperado, como a Argentina, Estados Unidos”.* Acrescenta-se a essa lista as cidades da Região Sul do Brasil, locais que vem apresentando condições potenciais para proliferação da doença.

No Brasil a dengue se figura com a maior campanha de saúde pública. Após o seu ressurgimento durante a década de 1980, os registros de casos vêm aumentando consideravelmente em anos de epidemias nacionais.

O ano de 2002 marcou o avanço das epidemias para a região sul do Brasil, onde os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul começam a registrar seus primeiros surtos e epidemias, com a notificação de casos autóctones sendo registrados todos os anos em algumas cidades..

Assim, considerando-se que a expansão espacial da doença, questiona-se:

---

<sup>1</sup> Organização Panamericana de Saúde.

- Como se dá a dinâmica da dengue em Campo Grande, Maringá e Ribeirão Preto?
- Que relações podem ser mapeadas entre a incidência da dengue e as condições socioambientais, envolvendo especificamente a influência do clima urbano?

Para a elaboração deste estudo, no campo da climatologia geográfica e da geografia socioambiental, é preciso considerar de um lado a dinâmica da natureza e, de outro a dinâmica da sociedade que, completamente imbricadas uma na outra, desafiam os cientistas a um melhor conhecimento da realidade, bem como a tentativa de prognosticar situações futuras que colocam em risco a sociedade.

Desta maneira os resultados almejados poderão auxiliar na elaboração e implantação de políticas públicas, particularmente no âmbito do planejamento e gestão urbano-regional, visando, de maneira antecipada, garantir melhores e seguras condições de vida aos homens e suas sociedades.

## PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

No contexto atual, a dengue é uma indiscutível prioridade entre os problemas de saúde pública no Brasil e no mundo, pois ela faz, anualmente, milhares de vítimas no país.

De acordo com a WHO (2012), a dengue figura na lista das 17 doenças tropicais negligenciadas, sendo destacada como prioritária desde 2009 devido ao elevado número de mortes dos últimos anos, apresentando aumento contínuo de casos em todo o mundo, mas principalmente nos países considerados subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como é o caso do Brasil.

Partindo-se desse ponto, nos últimos anos, objetivando minimizar os impactos gerados pelo crescimento da dengue e de outras doenças transmissíveis por vetores, foram utilizados pelos órgãos de saúde diversos modelos de controle sanitários, elaborados com base em estudos de caráter multidisciplinar.

Contudo, hoje a dengue é a doença viral mais importante entre as doenças transmitidas por artrópodes, com altos índices nos países das Américas Central e do Sul:

“Entre 2001 e 2005, mais de 30 países das Américas notificaram um total de 2.879.926 casos de dengue e dengue hemorrágica; em 2002 foram atingidas cifras alarmantes, já que foram notificados 1.015.420 casos. O número de registros de dengue hemorrágica durante os 05 anos foram de 65.235. O total de mortes pela enfermidade na Região foi de 789 para todo o período, sendo 2002 o ano com o maior número de óbitos, com 255 casos” (OPAS, 2007).

O aumento e a intensificação da dengue nas Américas ocorreu, principalmente, devido ao acelerado crescimento urbano sobreposto a um planejamento público ineficaz, os quais promoveram a organização de um ecossistema desequilibrado.

Dessa forma, a problemática se instalou porque não só a dengue como também outras doenças se beneficiaram dos problemas consequentes das desigualdades sociais e os intensos processos de urbanização aliados à má organização dos serviços públicos (ROJAS, 1998).

Sobre a enfermidade no Brasil, depois de desaparecer na década de 1920 e considerada erradicada em meados da década de 1950, a doença voltou a ocorrer de forma epidêmica em diversas cidades na década de 1980. O vetor foi

reintroduzido na década de 1970, a partir de países vizinhos, sem que o sistema de vigilância tivesse capacidade de detectá-lo precocemente e de impedir sua difusão (SABROZA, 1992).

Essa reintrodução não pôde ser controlada com os métodos tradicionalmente empregados no combate às doenças transmitidas por vetores, ou seja, os Programas do Ministério da Saúde mostraram-se incapazes de conter um vetor com altíssima capacidade de adaptação ao novo ambiente, criado pela urbanização acelerada e pelos novos hábitos.

Segundo MINAYO (2002), à medida que a população urbana aumentou, os investimentos públicos em serviços de infraestrutura, como por exemplo, saneamento básico não acompanhou esse crescimento. Diminuíram-se, então, as possibilidades de efetividade das estratégias de sobrevivência dos grupos sociais mais desfavorecidos.

Para a dengue, um dos fatores que influenciou sua reemergência foi à inadequação das medidas de controle do vetor e de saneamento, além de cortes nos programas de prevenção. A ocorrência de milhares de casos em áreas urbanas evidenciou o caráter urbano da doença e a vulnerabilidade da população e as limitações dos serviços de saúde, com incidência e mortalidade acentuadamente maiores nos bairros periféricos e nas áreas de favelas (TAUIL, 2001).

Em 1986, os países americanos mudaram os planos e focaram na ênfase ao controle, ao contrário da erradicação da população do mosquito. A expectativa seria da diminuição da infestação vetorial que reduziria ou bloquearia a transmissão. No entanto, como os próprios anos subsequentes demonstraram, o vírus da dengue demonstrou capacidade de circular mesmo em áreas com baixa densidade vetorial.

Assim, as intensificações das epidemias após a década de 80 no Brasil foram, principalmente, devidas ao acelerado crescimento urbano que resultou num ecossistema desequilibrado e gerador de resíduos. A rápida expansão da infestação do mosquito por todo o território brasileiro, além de revelar que as estratégias de controle adotadas eram ineficazes, criou as melhores condições epidemiológicas para o aparecimento das epidemias (BARRETO & TEIXEIRA, 2008).

A alta concentração populacional, juntamente com os processos de globalização, este último, caracterizado entre outros fatores pela queda das barreiras comerciais, e conseqüente ampliação da circulação de mercadorias e pessoas,

favoreceu a disseminação do vírus e do vetor da dengue, aumentando em muito os riscos de transmissão da doença (SANTOS, 2004).

As cidades, em especial as grandes metrópoles, geram redes urbanas com elevados fluxos migratórios, servindo de porta de entrada a novas infecções e ciclos virais da doença (ANDRADE, 2008).

Diante da incidência de casos verificada no final da década de 1990, e da introdução de um novo sorotipo (DEN 3) que prenunciava um elevado risco epidemiológico, em junho de 2001 o Ministério da Saúde, em parceria com a Organização Pan-Americana de Saúde, realizou um Seminário Internacional para avaliar as diversas experiências bem sucedidas no controle da doença.

De acordo com o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), instituído em 2002, 70% dos casos notificados no país se concentravam em municípios com mais de 50.000 habitantes, especialmente naqueles que fazem parte de regiões metropolitanas ou polos de desenvolvimento econômico. Este dado demonstrou como os grandes centros urbanos, na maioria das vezes, são responsáveis pela dispersão do vetor e da doença para os municípios menores.

Nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, o processo de urbanização desordenada constitui-se em um fator importante para a reemergência da dengue pela disseminação da infestação pelo *Aedes Aegypti*, principalmente porque a dengue, no caso do Brasil, é uma doença de caráter urbano (TAUIL, 2001).

Assim, o modelo de desenvolvimento urbano brasileiro, somado a sua influência sobre a atmosfera local com a conseqüente formação de clima urbanos específicos, levou à endemização da dengue, uma vez que a distribuição inexistente ou intermitente de água no sistema de abastecimento público nas áreas periféricas, entre outros problemas, obrigou e obriga até hoje, a população a manter reservatórios improvisados que garantem a reprodução do vetor.

Soma-se a tudo isso o deficiente sistema de coleta de lixo que leva a acumulação de recipientes, onde se dá o desenvolvimento da fase larvária do vetor.

As complexas relações ambientais envolvidas com as arboviroses tornam este grupo de doenças de difícil erradicação e controle. A situação epidemiológica das arboviroses agravava-se também em decorrência de variabilidades e mudanças climáticas, com a real possibilidade de expansão das áreas geográficas de transmissão da doença, principalmente devido ao aumento das temperaturas.

A intensificação dos debates sobre a problemática da dengue e a ineficácia dos programas de controle da doença desafia os pesquisadores a avançarem, cada vez mais e de maneira criteriosa, no conhecimento dos processos de dispersão epidêmica desta enfermidade, em escalas regionais e principalmente locais, dado o caráter urbano da doença, inclusive nas cidades estudadas (Figura 2).

A Geografia deste processo demanda uma análise detalhada, tanto do ponto de vista das alterações da atmosfera nestas escalas menores do território e de suas vinculações naturais e antrópicas, quanto das repercussões das mudanças sobre a sociedade.

O prognóstico das situações de impactos, riscos e vulnerabilidades da sociedade em face dos eventos naturais compõe um importantíssimo capítulo que envolve a segurança da sociedade e o papel do Estado na prevenção de calamidades e catástrofes socioambientais. No caso da dengue, o entendimento das relações socioambientais com a enfermidade poderá auxiliar na identificação de potenciais fatores preditivos para esta e outras arboviroses.

O melhor conhecimento destes processos e a tentativa de construir cenários preditivos é, certamente, a principal justificativa para o desenvolvimento do presente estudo, considerando ainda que a elaboração do mesmo culminará também com a titulação de doutor do proponente.

Por fim, existem poucos estudos e políticas voltadas ao risco e previsão de impacto do clima em nível local (a maioria se concentra na mitigação e adaptação), motivando assim os anseios desta pesquisa no que tange a relação entre o clima urbano e as epidemias, no intuito de identificar a influência da urbanização, aliada aos fatores ambientais, como importante detonador de epidemias nos dias atuais.

Além disso, pretende-se aplicar de forma combinada as técnicas de modelagem ambiental em conjunto as técnicas geográficas de análise do clima, pois ainda é um método pouco disseminado no âmbito global e que possibilitaria avançar nos estudos climáticos e suas relações com as atividades humanas.

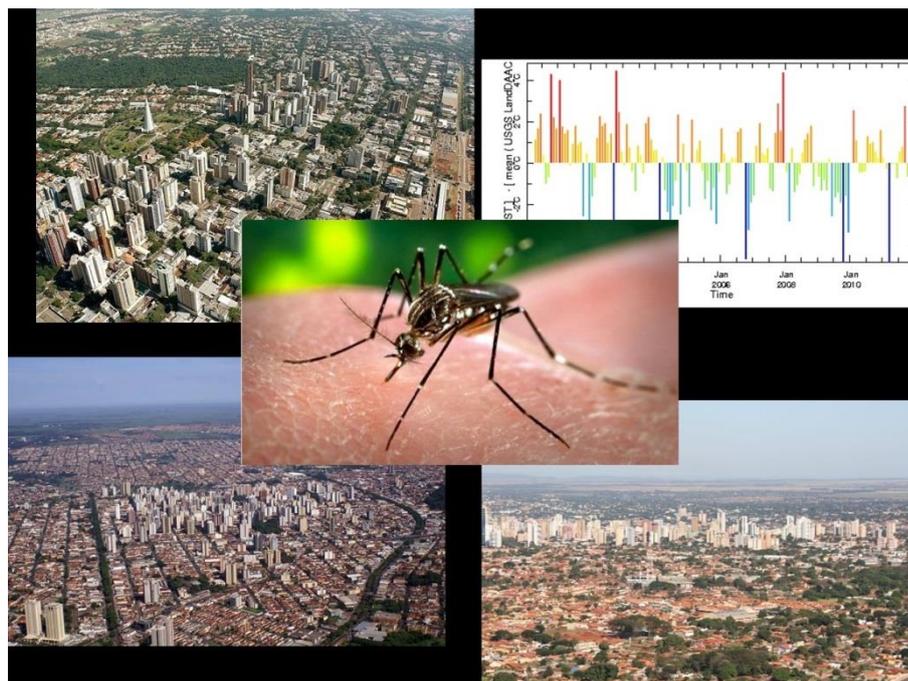


Figura 2 – mosaico representando o vetor da dengue *Aedes aegypti* e as cidades de Campo Grande/MS, Maringá/PR e Ribeirão Preto/SP.

## HIPÓTESE

Diante das profundas discussões que envolvem a relação sociedade-natureza, um tema tão caro ao geógrafo, estudos que evidenciem o conhecimento detalhado das condições socioambientais acabam sendo indispensáveis principalmente ao planejamento das cidades e de ações futuras vitais à humanidade.

Com um minucioso conhecimento destes aspectos a sociedade pode, através da ação coletiva (políticas públicas) e individual, precaver-se diante de complicações que acentuem os riscos e a vulnerabilidade intrínsecos a estas ações.

Dadas estas condições, a priori, pode-se inferir que as modificações no uso do solo em escala urbana e regional propiciam condições climáticas específicas que, atreladas a fatores de risco e vulnerabilidade socioambientais, favorecem a expansão da dengue nestas áreas se comparadas às menos urbanizadas. Estes aspectos, imbricados em uma atmosfera e clima urbano próprio, resultante de profundas interações, institui condições essenciais a ocorrência de epidemias.

Desse modo, através das técnicas geográficas de análise do clima e de modelização e conhecendo a sucessão habitual dos tipos de tempo durante epidemias, presume-se a possibilidade de prever esses eventos e conseqüentemente subsidiar políticas de prevenção e enfrentamento à expansão dos mesmos nas áreas onde ainda não são frequentes.

Assim, esta hipótese centra-se nos aspectos que envolvem a formação da atmosfera urbana e sua repercussão nas atividades humanas, concomitante ao desenvolvimento de vetores de doenças como a dengue, que tem no clima um importante detonador de epidemias, pode-se afirmar que o clima das áreas urbanas cria condições propícias ao desenvolvimento da doença nas cidades analisadas.

## OBJETIVOS

### GERAL:

- Analisar as interações e correlações entre o clima urbano e a incidência da dengue em cidades da porção centro-sudoeste do Brasil.

### ESPECÍFICOS:

- Levantar e analisar a relação entre clima urbano e incidência de dengue, particularmente as condições térmicas e pluviométricas favoráveis à proliferação e atuação do vetor;
- Identificar e analisar as condições socioambientais (clima e urbanização) predominantes durante a ocorrência de epidemias de dengue nas cidades de Campo Grande/MS, Ribeirão Preto/SP e Maringá/PR;
- Aplicar métodos estatísticos específicos para analisar a correlação entre clima urbano e epidemias de dengue nas epidemias e cidades elencadas para estudo;
- Através de técnicas de modelagem, analisar a dinâmica climática urbana das áreas em estudo para verificar a sua influencia na proliferação da doença;
- Levantar sugestões para o controle da doença, através do controle do vetor, na área de estudo tendo em vista as condições socioambientais urbanas.

## **1 CLIMA E DOENÇAS: imbricações entre o clima urbano e a dengue na perspectiva geográfica**

Neste capítulo serão tratados aspectos concernentes à influência do clima urbano na proliferação de doenças, em específico da dengue, explicitando a correlação existente entre os aspectos socioambientais envolvidos.

### **1.1 O CLIMA COMO DEFLAGRADOR DE DOENÇAS: a dengue em foco**

A saúde humana é fortemente influenciada pelo clima através das condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar, exercendo destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias, criando condições favoráveis ao desenvolvimento dos transmissores de doenças contagiosas. (MENDONÇA, 2000).

Nas relações entre o clima e a saúde, deve-se considerar a qualidade dos condicionantes socioambientais urbanos. O clima de cada cidade apresenta certo grau de variabilidade que pode torná-lo mais ou menos regular, principalmente quando considerados os estágios variados de organização e gestão territorial das áreas urbanas.

Os principais fatores climáticos para dispersão de vetores e doenças são: temperatura, precipitação, umidade e velocidade do vento (CONSOLI, 1994).

O clima é um elemento importante para a saúde e a qualidade de vida. Entretanto, o impacto de determinado clima sobre o organismo não corresponde de maneira exata à percepção do prazer e conforto que ele proporciona; em alguns casos pode existir um grande hiato entre os mesmos. (BESANCENOT, 2001).

O autor ainda discute o impacto dos avanços tecnológicos, do progresso da medicina e das transformações surgidas sobre as relações clima/saúde.

Estas relações geraram, segundo o autor (op. cit.), uma “bioclimatologia humana”, definida como “o estudo dos efeitos diretos ou indiretos, irregulares, flutuantes ou cíclicos, do tempo meteorológico que faz do clima sobre a saúde e a ocorrência de doenças, sendo entendido que o tempo age em curto prazo e o clima a médio e longo prazo”.

As principais enfermidades que se associam diretamente ao clima nas cidades brasileiras são as de veiculação hídrica (ex: dengue, leptospirose), que

dependem da quantidade e da forma de disposição da água no sistema urbano. Ademais, a gestão dos serviços de saúde assume papel fundamental, ao permitir o acesso da população afetada com rapidez e qualidade, além de adotar com eficiência sistemas de prevenção (ALEIXO, 2011).

A água que se acumula de forma inadequada e que permanece no sistema urbano torna-se foco de proliferação de insetos e fonte potencial de enfermidades de veiculação hídrica.

Desse modo, HAYDEN (2010) relata:

“Dengue viruses are transmitted by the bite of infected *Aedes* females, in particular *Aedes aegypti*, an urban mosquito with widespread distribution in tropical cities. Dengue transmission is influenced by many factors, including climate, which influences mosquito biology and interactions between the mosquito vector and dengue virus” (HAYDEN, 2010).

Assim, o clima desempenha papel importante na incidência de dengue. O mosquito vetor da doença normalmente é encontrado em regiões tropicais e subtropicais compreendidas entre as latitudes 35° N e 35° S ou mesmo fora desses limites, mas bem próximo da isoterma média anual de 20°C ou das isotermas de inverno de 10°C, evidenciando a grande condição endêmica que o clima representa ao mosquito (Figura 3).

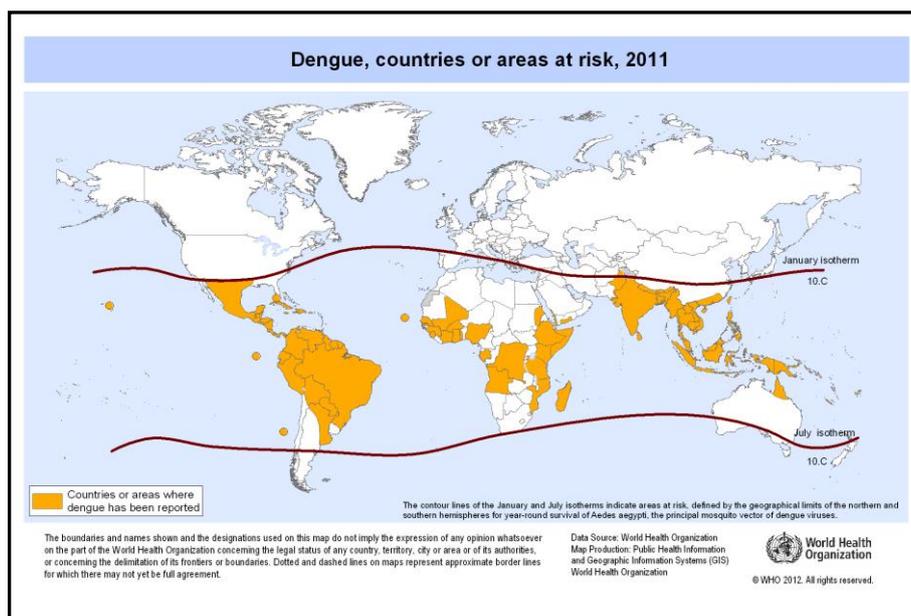


Figura 3 - Risco global de dengue para o ano de 2011.

Fonte: WHO, 2012.

A concentração de chuvas aliadas a um ambiente com temperaturas ideais cria uma situação ótima para sua reprodução e dispersão do *Aedes aegypti*. Embora possa manter uma população considerável durante as estações menos chuvosas, a custa dos criadouros semipermanentes e independentes das chuvas (caixas d'água, cisternas, latões etc.), é durante a estação chuvosa que sua população realmente alcança níveis elevados e de importância para fins de transmissão de patógenos (CONSOLI, 1994).

No que diz respeito às chuvas, o fenômeno merece destaque porque as relações concomitantes entre as anomalias positivas de precipitação e as cidades criam um produto negativo inerente à população - os impactos urbanos.

Tais impactos são, principalmente, provocados pela inadequação do uso e da ocupação dos solos nas cidades, as quais produzem, por meio do processo desordenado e acelerado da urbanização, rugosidades favoráveis para suas ocorrências. Recentemente alguns estudos e relatórios evidenciam a relação das epidemias de dengue com o aumento das temperaturas e concentrações de chuvas.

A temperatura e a precipitação podem influenciar na transmissão da dengue, impactando a população do vetor. A abundância do vetor predominante (*Aedes aegypti*) é parcialmente regulada pela precipitação, criando focos de reprodução e estimulando o desenvolvimento dos ovos. Já a temperatura influencia na habilidade do mosquito para sobreviver e determina seu desenvolvimento e taxas reprodutivas (JOHANSSON, 2009).

O autor ainda cita que:

“It is also critical for their ability to transmit virus: increased temperatures increase the frequency of feeding and decrease the time it takes for mosquitoes to become infectious. The combined effect is that as temperatures rise (within a range that does not increase mortality) mosquitoes have a greater probability of becoming infected and infecting another host within their lifespan” (JOHANSSON, 2009).

MENDONÇA (2011a) relatou que a situação epidemiológica como a dengue pode agravar-se devido à variabilidade climática observada nos últimos anos, com a possibilidade real da expansão das áreas geográficas de transmissão do vírus.

Ainda sobre a variabilidade climática a própria Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) em 2003 destacou em seus relatórios a possibilidade dos mosquitos transmissores de doenças típicas de países tropicais, como malária e

dengue, avancarem para países de clima temperado, como a Argentina e Estados Unidos, onde neste caso, pode-se destacar o sul do Brasil.

Porem é sabido que o controle de doenças como a dengue baseia-se em intervenções em toda cadeia epidemiológica que sejam capazes de vir a interrompê-la.

Diante disto, um trabalho desenvolvido no campo da Geografia (Climatologia e Geografia da Saúde) passa a exercer importante papel, tanto para a busca de elementos que auxiliem no entendimento da espacialidade desta enfermidade em diferentes escalas, bem como para a compreensão da correlação ente clima e saúde, mais especificamente da correlação entre os elementos climáticos propícios à maturação do ambiente de risco e a ocorrência de casos de dengue.

No caso específico da dengue, os estudos de caráter ambiental são fundamentais, pois se trata de uma doença para a qual ainda não há controle clínico, restando, sobretudo aos aspectos ambientais a busca para seu monitoramento e controle.

Dessa forma, para as indagações ligadas às doenças transmissíveis por vetores, como a dengue, deve-se ter um olhar sobre as questões, do homem com o seu meio, as quais levam em consideração uma grande variedade de fatores geográficos, tanto de ordem abiótica e física (clima, altitude etc.) como de ordem biótica e social (evolução do mosquito, urbanização etc.), dos quais são responsáveis pela formação de ambientes vulneráveis e de risco para o aparecimento da doença.

## 1.2 DO URBANO AO O CLIMA URBANO: o clima citadino como desencadeador da dengue

A sociedade se expressa espacialmente de forma cada vez mais urbana e cosmopolita.

A conseqüente evolução nas comunicações e no transporte buscando anular distâncias resulta na dispersão da população nas áreas metropolitanas, transformando-se assim, em um processo paradoxal de concentração e desconcentração simultâneas e em uma explosão urbana sem precedentes, sobretudo (mas não de forma exclusiva) nos países do Hemisfério Sul. (SANTOS, 1994).

Nos últimos séculos o modo de produção capitalista, a ciência dominante, a evolução tecnológica e a comunicação entre as sociedades têm contribuído para o crescente distanciamento entre a sociedade e a natureza (DUMKE, 2007).

“A cidade é a manifestação espacial mais expressiva dessa ruptura progressiva, representando a mais intensa transformação do meio natural. Tornou-se o lugar por excelência da realização humana, porém, onde ocorrem os maiores problemas socioambientais. Essa relação do homem com o meio acontece principalmente sob a lógica do consumo, quando às apropriações ilimitadas da natureza geram impactos ambientais irreversíveis, e os avanços tecnológicos aliados aos agentes do capital, selecionam os seus consumidores ofertando infraestruturas e garantindo qualidade de vida diferenciada em classes socioeconômicas”. (DUMKE, 2007, pg. 40).

As cidades são consideradas como sistemas complexos de imbricações históricas, isto é, a lógica espacial da cidade constitui uma totalidade de relações políticas, econômicas, sociais e culturais, sendo a parte dominante ou preponderante dessas influencia na determinação de suas particularidades estruturais. Desta forma, a natureza modificada, a qual possui profundas alterações, evidência as interferências ocasionadas pelas anomalias urbanas, produzidas pelas relações entre os agentes sociais de produção (TEODORO, 2008).

Estes processos complexos do desenvolvimento dificultam cada vez a manutenção da saúde a toda população, bem como a erradicação, o controle e a prevenção das doenças. Ressalta-se que as dificuldades para soluções dos problemas de saúde, nos centros urbanos, também se fazem porque as ações

dentro de uma sociedade são heterogenias e contínuas, se analisarmos suas condições econômicas, sociais, culturais e espaciais.

Dentre os inúmeros problemas que os processos de urbanização podem acarretar, evidenciam-se a expansão de arboviroses como a dengue. Ambientes urbanos se encaixam como habitats ideais para os vetores desta doença (BARRETO E TEIXEIRA, 2008).

A história da urbanização brasileira, apesar de recente, ocorreu de forma acelerada e desorganizada em seu auge, pós II Guerra Mundial, sendo uma das consequências do êxodo rural.

Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Censo 2010) confirmam esse fato, pois, em 1940, a população residente em áreas urbanas era de 34%, enquanto, em 2010, já é superior a 85%. Com isso, “a organização dos espaços em todo o globo manifesta, cada vez mais, o papel hegemônico da cidade na determinação de padrões regionais” (CONTI, 2003, p. 42).

As cidades são consideradas como sistemas complexos e caracterizados pelo processo contínuo de mudanças, pois são abertas aos fluxos de massa e energia, as áreas urbanas possuem importâncias demográficas, socioeconômicas e culturais, tornando seus problemas ambientais prioridades para o poder público e o principal tema para as investigações de diferentes ciências (ANDRADE, 2008).

“Ao cobrir apenas 2% da superfície do planeta, as cidades concentram mais que pessoas: aglutinam problemas, pesadelos, sonhos e soluções, em uma frenética rede de relações sociais, econômicas, culturais, políticas, com trocas de conhecimento, inteligência, informação e sentimentos. Ao reunir tanta gente em um determinado espaço, leva às últimas consequências a necessidade de equilibrar homem e natureza” (SAFATLE, 2007, p. 18).

Desde os primórdios, o ser humano procurou proteger-se do ambiente adverso, estruturando sua moradia com materiais disponíveis nos arredores desse meio. As construções possuíam a finalidade de extinguir, ou pelo menos atenuar, as intempéries climáticas, como o frio, o calor, a secura e a umidade.

No decorrer de sua evolução, o homem passou a buscar materiais vindos de outros ambientes, ainda que distantes. A ostentação do “progresso”, da economia e da tecnologia fez com que a questão ambiental fosse desconsiderada na arquitetura e no processo de urbanização, criando um padrão globalizado nas formações das cidades.

Para CORBELLA (2003), no meio ambiente urbano, o adensamento dos edifícios cria alguns problemas socioambientais, como a conservação de calor, pela grande massa térmica; os efeitos da poluição do ar e do ruído urbano; as reflexões de energia solar, para os pedestres; a produção de calor antropogênico; o aumento dos cânions; a modificação da umidade, precipitação e direção dos ventos; a redução ou paralisação dos ventos, pelas muralhas; e as diferentes temperaturas e sensações, segundo o microclima.

Assim, nos lugares onde estão construídas as cidades, as condições do ar atmosférico transformam-se em produto com o ambiente urbano edificado pelo homem, que altera, conseqüentemente, o fluxo de energia pela concentração de poluentes e partículas sólidas em suspensão. Esse dado espaço terrestre e a urbanização delimitam o clima urbano.

Quando há desequilíbrio entre o clima e o urbano, torna-se fundamental a compreensão das oscilações da precipitação e da forma como está organizada a sociedade, pois provocarão, conjuntamente, impactos em ambientes urbanos, atingindo a integridade humana.

Desde as primeiras observações a respeito dos fenômenos atmosféricos, a preocupação sobre os efeitos do tempo e do clima sempre estiveram presentes. Entretanto, mesmo em tempos recentes, os estudos de climatologia enfrentaram diversas dificuldades, inclusive no século XX, época de sua maturidade e maior produção científica, no que diz respeito a dados disponíveis (séries históricas) e técnicas utilizadas (TEODORO, 2008).

Na Idade Moderna, surgiu a primeira obra que tratava sobre a contaminação atmosférica urbana: "*Fumifugium*", escrito em 1661, por John Evelyn (1620-1706), naturalista inglês. Evelyn expôs uma crítica contra o uso do carbono como combustível das indústrias em Londres e descreveu os efeitos prejudiciais desse para a saúde humana, as plantas, os animais e a água.

Em decorrência de observações meteorológicas do século anterior, podem-se destacar dois importantes trabalhos, no século XIX, de clima urbano: na era industrial de Londres, surgiu o estudo pioneiro sobre o clima de uma cidade, feito pelo químico Luke Howard (1772-1864), em 1833, o qual comprovou a contaminação do ar e a ocorrência de temperaturas mais elevadas em ambientes urbanos, quando comparados com os arredores, isto é, as áreas rurais, além de seu trabalho ser à base da atual classificação internacional de nuvens; em 1862, Emilien

Renou (1815-1902) realizou um estudo em Paris para detectar, também, as diferenças de temperaturas entre a cidade e o rural (SANTOS, 1996).

Estes trabalhos foram fundamentais para o desenvolvimento da climatologia urbana no século seguinte, pois as metodologias e técnicas utilizadas auxiliaram as novas análises sobre as anomalias meteorológicas.

Com a inovação metodológica dos estudos de clima urbano (as incorporações de transectos móveis para as medições meteorológicas, produzindo séries de dados regulares e sistemáticas), foi possível a elaboração de um mapa urbano de temperaturas da cidade de Viena, no ano de 1927, pelo alemão Wilhelm Schimidt (1883-1936).

Após a II Guerra Mundial, ocorreu um aumento da industrialização e, conseqüentemente, um crescimento das áreas metropolitanas. Com isso, intensificaram-se os estudos sobre clima urbano, tornando evidente a contaminação da atmosfera nas cidades.

Os trabalhos multiplicaram-se na Europa e, posteriormente, na América do Norte. O estudo clássico de Tony Chandler, "The climate of London", do ano de 1965, tornou-se uma importante referência para os estudos de clima urbano, pois, ainda tendo o campo como parâmetro de comparação, deu maior enfoque à atmosfera da cidade, objetivando um planejamento urbano.

Nos anos setenta, Landsberg (1981) sistematizou as alterações dos elementos climáticos em zonas urbanas, realizando reflexões e sugerindo, também, um planejamento.

Tomando como base a zona rural, as taxas de poluentes, nebulosidade, precipitação e temperatura em áreas urbanas sofrem significativos acréscimos, influenciando e impactando a base da sociedade, como nas condições de saúde humana (as doenças respiratórias e nos sistemas circulatórios, por exemplo), a inversão térmica, as inundações ou os alagamentos e as ilhas de calor, além de problemas econômicos, etc.

Já as taxas de radiação, umidade relativa e velocidade do vento diminuem, agravando, geralmente, os casos citados, principalmente a respeito da poluição, pois, além de ter acesso reduzido à luz solar pela maior presença de nebulosidade, o ar fica contaminado por partículas em suspensão, devido aos poucos ventos e as calmarias, problematizando com a baixa umidade relativa.

Esse fato poderá complicar, ainda mais, se houver formação de uma ilha de calor, dificultando a dispersão de poluentes.

Em síntese, Landsberg apresentou as seguintes conclusões:

- O clima urbano é a modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa notável mudança principia;
- Admite-se que o desenvolvimento urbano tende a acentuar ou eliminar as diferenças causadas pela posição do sítio.

Da comparação entre a cidade e o campo circundante, emergiram os seguintes fatos fundamentais:

- I. A cidade modifica o clima através de alterações em superfície;
- II. A cidade produz um aumento de calor, complementada por modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas;
- III. A maior influência manifesta-se através da alteração na própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos.

Na década de 1970 não se pode excluir a bibliografia produzida pelo canadense Tim R. Oke, que conduziu um novo caminho sobre os aspectos do clima das cidades. Segundo o autor, a meteorologia urbana é o estudo dos processos químicos, físicos e biológicos, a qual opera para transformar o estado da atmosfera nas cidades; enquanto a climatologia urbana é o estudo dos estados atmosféricos mais frequentes nessas.

A contribuição deste autor surgiu da proposta de divisão vertical da atmosfera urbana (Figura 4):

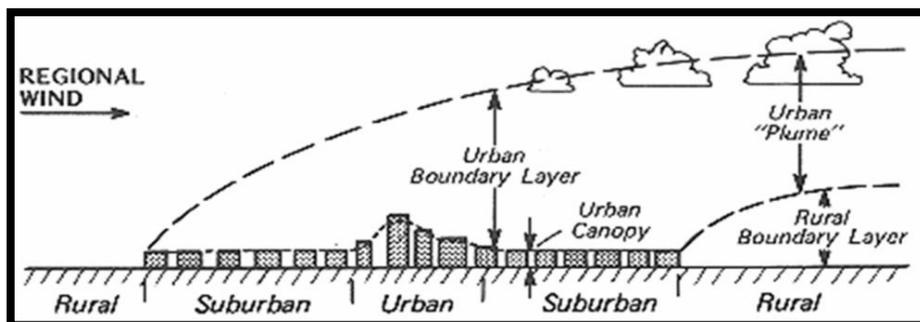


Figura 4 – estratificação vertical da atmosfera urbana e escalas de análise.  
Fonte: OKE, 1987.

A atmosfera nas cidades é dividida, a partir de OKE (1987), em *UCL* – *Urban Canopy Layer* (atmosfera urbana inferior, correspondente ao volume de ar entre os edifícios, sendo altamente afetada pelas condições envolventes), *UBL* – *Urban Boundary Layer* (atmosfera urbana superior, integra a influência térmica de toda a cidade) e *Roughness Sublayer* (camada inferior da *UBL*, setor que influencia o fluxo pela rugosidade dos elementos).

A *RBL* - *Rural Boundary Layer* (atmosfera rural superior) serve como parâmetro de comparação da qualidade do ar entre o ambiente urbano e rural.

Oke também foi autor do esboço do perfil de uma ilha de calor, também adaptada (Figura 5). As áreas rurais e de culturas agrícolas possuem as menores temperaturas, as quais se elevam quando adentram a cidade. Os parques são as localidades de menores condições térmicas nessa, aumentando, progressivamente, nas áreas residenciais suburbanas e urbanas e comerciais.

O centro engloba as maiores temperaturas, podendo formar ilhas de calor e diferenciando-se, termicamente, de seu ambiente circundante.

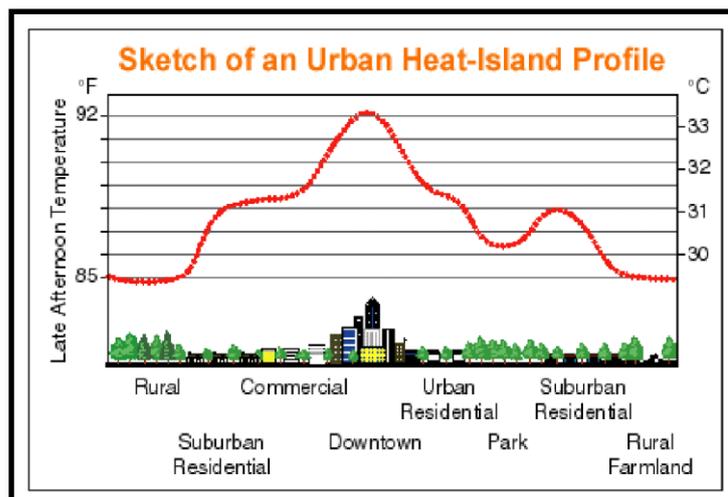


Figura 5 – perfil de uma IC - ilha de calor.

Fonte: OKE, 1987.

Partindo do clima regional, o espaço urbano divide-se em espaço construído (abrange as discontinuidades de obras e os tipos de materiais, esses com diferentes calores específicos, interferindo na inércia térmica e reflexão da radiação - albedo) e atividades humanas (aquecimento provocado por sistemas de transportes e indústrias), os quais aumentam as temperaturas, criando as ilhas de calor (calor antropogênico).

Em relação ao Brasil, quando comparado ao pioneirismo dos conhecimentos internacionais, observava-se uma sensível defasagem, mas que a partir da década de 1960 iniciou um rápido crescimento sobre os diversos campos da climatologia (por exemplo, a agrária, a urbana, da saúde, entre outros), culminando no final do século XX. A maioria desses avanços foi a partir do novo paradigma, proposto por Monteiro (desde o início dos anos sessenta), para os estudos climatológicos, cuja interpretação foi, especialmente, baseada no paradigma de Maximilien Sorre e na crítica de Pierre Pédélaborde, as noções de *ritmo* e *sucessão*.

Além deste fato, outra contribuição de MONTEIRO (1976) concretizou as análises do clima no país, mas, desta vez, em especial para a climatologia urbana, a qual adquiriu como base uma proposta metodológica desenvolvida para países tipicamente de ritmo tropical e que tiveram uma urbanização acelerada e desordenada.

Desta forma, a Climatologia Geográfica Brasileira, principalmente a área de clima urbano, criou, ao longo dos anos, sua própria maneira de analisar o espaço

modificado pelo homem, baseando-se em adaptações de teorias e métodos desenvolvidos por países estrangeiros.

Para LOMBARDO (1985) existe uma gama de relações socioeconômicas presentes na produção do espaço urbano, caracterizado nas formas e no dinamismo das funções urbanas que ocorrem sobre as características geoecológicas primitivas do local, e encontram-se implícitas no processo de formação e desenvolvimento do clima da cidade.

Denominada como a revelação social do espaço produzido, a cidade é o resultado da complexa realidade cultural transformada e dos valores contemporâneos, sendo a segunda natureza, a qual possui profundas mudanças pelas interferências das relações humanas de produção, a evidência dos fenômenos ocasionados por anomalias climáticas (HACK, 2002).

Nas cidades é que ocorrem de forma mais intensa as complexas relações sociedade-natureza. Enquanto processo dinâmico, a urbanização não apresentaria nenhum problema em si não fossem suas diferentes e complexas formas de manifestação (MENDONÇA, 2010).

Mesmo tendo havido toda uma geração de urbanistas envolvidos e promotores da política de planejamento urbano, aspecto que marcou o desenvolvimento brasileiro de cidades de grande porte entre os anos 1960-1980, ela não evidenciou grandes realizações, pois a intensificação dos problemas socioambientais de toda ordem na atualidade testemunha as graves falhas de um processo parcial e excludente.

“Compondo uma parte fundamental do estudo da cidade o clima, em particular o clima urbano, aparece como um recorte fundamental à compreensão dos problemas urbanos e à sua gestão no presente e no futuro. O estudo do clima urbano, bem como as situações de risco e de vulnerabilidades socioambientais urbanas relacionadas ao clima das cidades, no presente e no cenário futuro de mudanças climáticas globais” (MENDONÇA, 2010).

Assim, nos lugares onde estão construídas as cidades, as condições do ar atmosférico transformam-se em produto com o ambiente urbano edificado pelo homem, que, conseqüentemente, altera o fluxo de energia. Esse dado espaço terrestre e a urbanização delimitam o clima urbano.

Visando a qualidade de vida nas cidades brasileiras, a partir da síntese dos estudos de clima urbano elaborada por MENDONÇA (1995), os primeiros trabalhos sobre as características das temperaturas, das precipitações e dos ventos e o clima local foram no âmbito da cidade de São Paulo, por Lucas R. Junot (1942, 1943) e Ary França (1946, 1958).

Estes estudos possuíram um caráter meramente meteorológico, em função da influência das teorias e metodologias utilizadas por pesquisas internacionais, como já foram abordadas.

Na década de setenta, em virtude do agravamento da questão ambiental, os estudos de clima urbano no país ganharam uma nova base teórica: a obra intitulada “Teoria e clima urbano” (1976), resultado da livre-docência do Prof. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, a obra foi importante nos estudos de climatologia urbana em um país tropical, incorporando as análises geográficas no clima e criando, assim, a Climatologia Geográfica Urbana Brasileira.

“O clima da cidade, sob essa perspectiva meteorológica, seria algo que se alcança através da observação do ‘air over city’. Para o geógrafo, contudo, na sua visão da cidade como o lugar mais conspícuo da morada do homem, o objetivo será aquele de atingir o ‘air within the city’. Não deve pairar a menor dúvida sobre o fato de que o geógrafo tem que considerar as medidas padrão tidas como do ‘ar livre’ proveniente dos postos meteorológicos contidos na cidade. Elas fornecerão os parâmetros de comparação básica com aquelas obtidas por meio da observação e mensurarão pelos artefatos que pretendem alcançar o ‘ar comprometido’ dentro da realidade do ambiente urbano”. (MONTEIRO et al, 2003, p. 12).

Embora o clima seja um elemento constituinte e inerente do ambiente urbano, sua importância foi pouco considerada na elaboração do planejamento urbano das cidades ocidentais, garantindo à gestão das cidades uma supremacia de intervenções técnicas e parciais, propiciando às cidades um futuro palco de problemas de toda ordem (MONTEIRO et al, 2003).

A atuação do clima na proliferação de vetores como o *Aedes Aegypti* se dá de maneira contínua (anualmente) e de forma episódica (verão), principalmente em áreas urbanas onde o poder público é ineficiente no controle de áreas de risco, propiciando assim o processo epidêmico CONFALONIERI (2003).

Assim, o clima urbano torna-se um condicionante fundamental para o desenvolvimento do vetor da dengue, pois amplia a capacidade da atmosfera local

em manter as características ideias para o mosquito e, conseqüentemente, a disseminação da doença.

### 1.3 A DINÂMICA CLIMÁTICA REGIONAL E O RITMO CLIMÁTICO APLICADOS AO ESTUDO DA DENGUE

Uma das concepções mais fundamentais para a análise geográfica do clima é compreender que a ocorrência dos tipos de tempo desencadeados sobre os mais variados espaços provocarão repercussões desiguais, obedecendo quase sempre às próprias organizações espaciais, em especial, as aglomerações urbanas.

A associação do nível socioeconômico com as perturbações da atmosfera desempenha uma função eminente para as próprias interpretações geográficas do clima, principalmente por que na ocorrência de condições climáticas específicas, os mais afetados serão aqueles grupos residentes em áreas marginais, susceptíveis a uma diversidade de problemas, inclusive a doenças como a dengue.

O clima, a propósito, favoreceu a escolha das cidades nesta pesquisa considerando-se a circulação atmosférica regional, compartilhada de forma semelhante por elas, mas que devido às dinâmicas locais, relevo, urbanização e epidemias, apresentam repercussões distintas.

O conhecimento desta dinâmica é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, principalmente porque se faz necessária uma articulação entre as diferentes escalas abordadas no intuito de identificar o ritmo climático e conseqüentemente as condições climáticas prementes para a formação do clima urbano, pois as condições ambientais são fator importante no desenvolvimento e proliferação do vetor da dengue e da ocorrência das epidemias, objeto de investigação desta tese.

Em se tratando desta dinâmica, as massas de ar na América do Sul já foram tratadas por MONTEIRO (1973), dentro outros, identificando a característica de cada sistema atmosférico nas escalas espacial e local, como podem ser observados na Figura 6, onde estão representadas, além das condições médias anuais, as características da circulação atmosférica regional durante o verão, com predomínio das massas tropicais úmidas e do inverno, com diminuição das chuvas e maior incursão da massa polar e queda acentuada da temperatura, principalmente no centro-sul do Brasil.

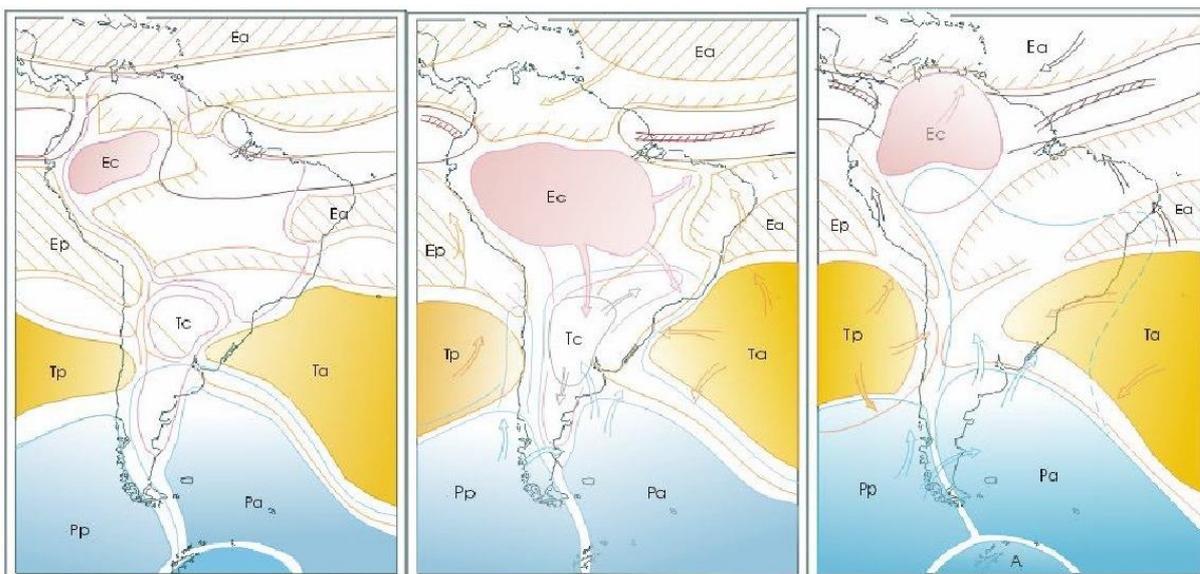


Figura 6 – sistemas atmosféricos e massas de ar atuantes na América do Sul (anual, verão e inverno). Fonte: MONTEIRO, 1973.

Assim, podem-se resumir nas seguintes massas que atuam nas três cidades componentes da área pesquisada:

- MEC - Massa Equatorial Continental: originada na Planície Amazônica, é responsável pelo aumento da temperatura, umidade e precipitação. Vinda de NW, essa massa tem participação efetiva durante o verão, principalmente por meio das ZCAS;
- MTC - Massa Tropical Continental: sendo sua fonte no setor central da Planície Platina (Chaco), responde pelo aquecimento em verões poucos chuvosos ou secos;
- MTA - Massa Tropical Atlântica: por correntes de leste-noroeste, atua durante o ano todo, estabilizando o tempo no inverno (tempo firme e seco) e desestabilizando-o no verão (dias claros e chuvosos). Essas oscilações são devidas às chegadas das frentes polares, as quais provocam as perturbações atmosféricas;

- MPA - Massa Polar Atlântica: em decorrência de sua posição mais meridional, esta região fica sujeita às frequentes participações das massas polares, deslocando-se da direção SW, S, SE e produzindo o avanço de sistemas frontais durante todas as estações. É responsável pela reposição hídrica desta área, aumentando sua importância quando as direções combinam entre si.

De acordo com ANUNCIÇÃO (2009), estudos sobre a circulação atmosférica na América do Sul, no Brasil e de caráter regional foram iniciados a partir dos anos 30 do século passado, por Adalberto Serra e Leandro Ratisbona, os quais muito contribuíram para a compreensão dos sistemas produtores de tipos de tempo no Brasil.

A partir dos anos 60, tais trabalhos serviram de base para estudos voltados para a abordagem genética do clima, destacando-se as contribuições de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

Para descrever a localização dos centros de ação das fontes de massas de ar é imprescindível a consideração de fatores geográficos, principalmente o relevo continental, assim como a circulação atmosférica não pode ser compreendida sem a consideração do embasamento continental, com sua morfologia e suas articulações com as correntes oceânicas (MONTEIRO, 1973).

A América do Sul é dominada pela ação preferencial dos sistemas atmosféricos oceânicos anticiclônicos, cujos avanços de massas de ar e respectivas frentes no continente são orientados pelas características de disposição e formas geomorfológicas contrastantes, individualizadas por terrenos elevados da Cordilheira do Andes junto ao Pacífico e por altimetria mais modesta na vertente atlântica, tendo como maior expressão o Planalto Brasileiro, aproximadamente alinhado à costa.

Dessa forma, os aspectos do relevo da América do Sul são caracterizados por feições que condicionam significativamente o comportamento da circulação secundária, que se origina nos centros de ação que atuam sobre a mesma.

A cordilheira andina atua como barreira à entrada da massa de ar Tropical Pacífica, que se restringe à costa pacífica. Já a massa Polar Pacífica, formada no Anticiclone Migratório Polar, devido às menores altitudes e descontinuidade neste trecho dos Andes Meridionais, consegue frequentemente vencer tal barreira no inverno, e alimentar a massa polar da vertente atlântica. (MONTEIRO, 1973)

Também gerada no anticiclone Migratório Polar, a massa de ar Polar Atlântica (PA) e sua respectiva frente (Frente Polar Atlântica – FPA) não encontram, no relevo representado pelas baixas altimetrias da planície Platina e do relevo desgastado do Planalto Brasileiro, dificuldades para suas incursões em direção a posição tropical no continente sul-americano. Este último, alinhando-se preferencialmente no sentido meridional (agindo muito mais como dinamizador da Frente Polar Atlântica), somado aos contrastes térmicos terra-mar, contribui para a orientação geral WNE-SSE do eixo da FPA (MONTEIRO, 1973).

Assim sendo, a massa PA e sua frente entram na América do Sul, tanto por uma rota oceânica, preferencialmente no verão, quando por uma continental, mais frequente no inverno, ocasionando neste último período, em grande parte do Brasil, diminuição da temperatura.

A Massa Polar Atlântica, ao seguir sua rota oceânica, tende à instabilidade de base gerada pelas correntes quentes da costa brasileira, que vêm incrementar sua temperatura e umidade. Quando a PA se desloca pela rota continental, dependendo de sua intensidade e tempo de permanência de deslocamento, em um processo de tropicalização, sofre aumento da temperatura e redução da umidade. (MONTEIRO, 1973).

O Anticiclone Subtropical do Atlântico, semifixo e permanente, posicionado em termos médios na altura das ilhas de Santa Helena, atua através de sua Massa de ar correspondente – a Tropical Atlântica - caracterizada por ser quente, úmida e instável na base. Esta massa de ar penetra para o interior, ultrapassando as baixas altitudes das serras orientais do Planalto Brasileiro, as quais se estendem ao longo da maior parte da costa brasileira.

Já o Anticiclone Subtropical dos Açores, simétrico àquele no hemisfério Norte, tem, por meio da Massa Equatorial Oceânica, uma atuação espacial sazonalmente reduzida no continente, ocorrendo preferencialmente no verão em sua porção setentrional (MONTEIRO, 1973).

Sistemas de circulação atmosférica de origem continental são mais restritos no setor meridional do continente, tendo em vista a disposição do relevo e a forma estreita como o mesmo se apresenta nesta porção.

Tem-se aí, a Baixa Pressão do Chaco, que dá origem à massa de ar Tropical Continental, quente e seca, com atuação no verão. (MONTEIRO, 1973).

Contudo, vale dizer que a América do Sul, por sua posição latitudinal, está sob as principais faixas de pressões do globo: a zona de convergência Intertropical (ZCIT), onde ocorre o encontro dos alísios de Nordeste e Sudeste; as altas subtropicais ao redor dos 30° e até das baixas polares ao redor de 60°. Desse modo, influenciam a circulação da América Latina, a alta subtropical do atlântico Norte (Anticiclone dos Açores), a ZCIT, as células de alta subtropical do sul (Anticiclone do Pacífico e do Atlântico) e o Anticiclone Migratório Polar.

Os principais centros de ação para a circulação sul-americana são os anticiclones permanentes e semifixos oceânicos, cuja localização latitudinal e intensidade variam, em média muito pouco.

Em janeiro, o núcleo central desses anticiclones possui em média, cerca de 1018 hPa, já em julho a pressão atmosférica é em média de 1024 hPa. A alta do pacífico em janeiro situa-se na posição média de 32° e em julho 26° de latitude. Ambas são fontes das principais massas de ar tropicais e marítimas, sendo o do Atlântico o que atua de modo especial no Brasil, pois com sentido de divergência do ar anti-horário, tende sempre a avançar sobre o continente sem oposição do relevo do Planalto Brasileiro.

Ao contrário do Pacífico, tende a se afastar do continente, tendo uma propagação barrada para o interior pela Cordilheira dos Andes (MONTEIRO, 1973).

A dinâmica atmosférica do Brasil está relacionada aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera.

Diversos mecanismos ocorrem durante o ano sobre o país associados aos Anticiclones do Atlântico e do Pacífico, à Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS, à Baixa do Chaco, a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT e às altas pressões polares, como as invasões de massas de ar frias e secas, provenientes do sul, em contraste com as massas quentes e úmidas que caracterizam sistemas frontais periódicos (MENDONÇA et al, 2007).

Combinados com estes fatores de grande escala, atuam fatores locais e regionais, determinando a caracterização climática de cada região do país.

Dessa forma é que se encontra estabelecido e descrito os principais sistemas que controlam a dinâmica climática da América do Sul e conseqüentemente do Centro-Sul do Brasil.

Quanto à Análise rítmica, conhecer a dinâmica atmosférica regional torna-se indispensável para a aplicação desta técnica, possibilitando caracterizar as

sucessões habituais dos tipos de tempo favoráveis a dengue, demarcando temporal e espacialmente a influência das frentes e massas polares como aspectos limitantes ao desenvolvimento e proliferação do vetor.

A noção de ritmo climático disseminada no escopo da Geografia Brasileira por MONTEIRO (1969 e 1971) fundamenta uma compreensão de gênese e de qualidade dos fatores climáticos decorrentes na camada atmosférica que mais sofre com as transformações do espaço geográfico, a troposfera.

Ainda segundo o autor, só a partir do momento em que as representações concomitantes dos principais elementos do clima tais como pressão atmosférica, umidade relativa do ar, valores térmicos e pluviais, direção e velocidade dos ventos, taxas de nebulosidades e atuação dos sistemas atmosféricos, interpretados em uma escala cronológica diária, estejam interagindo sobre um mesmo espaço geográfico, a compreensão do ritmo climático passa a ser garantida.

Desta forma, MONTEIRO (1971) argumenta que somente a análise rítmica detalhada no nível de tempo, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográfico das regiões.

O ritmo climático está vinculado à atuação dos principais sistemas atmosféricos, que ao se apresentarem com um comportamento dinâmico proporcionam a gênese dos elementos constituintes do clima.

Os estudos de Monteiro estão embasados na concepção climática de SORRE (1951), os quais trazem para o âmbito da Geografia o conceito dos tipos de tempo e do ritmo climático.

O autor ainda cita que o desenvolvimento desta concepção somente torna-se possível com a contribuição da escola norueguesa de meteorologia, que considerava a atmosfera como um corpo dinâmico, superando as concepções tradicionais de clima formuladas por Hann (1839 – 1921), que tratava o clima como um conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizavam o estado médio da atmosfera.

Já para SORRE (1951) essas concepções representavam dois entraves ou defeitos em sua constituição, observadas também por PEDELABORDE (1959).

Para Sorre, a teoria de Hann apresentava um caráter estático, sobretudo no desenvolvimento dos fenômenos da atmosfera, caracterizando uma meteorologia

descritiva que não mencionava a noção de ritmo como um dos aspectos essenciais nos estudos do clima.

Além disso, esta mesma escola tradicional considerava que as médias aritméticas dos elementos do clima seriam capazes de caracterizá-lo para um determinado local, ao contrário do paradigma desenvolvido pela escola norueguesa de meteorologia, principalmente com Rosby (1938 e 1947) Bjerknes (1921,1923 e 1934) e Bergeron (1928 e 1930) ao considerar a dinâmica da atmosfera e a circulação das massas de ar, baseada nos princípios da termodinâmica e revelando uma atmosfera pulsante e turbulenta.

A concepção de Sorre considera o clima como uma sucessão habitual dos estados da atmosfera sobre um determinado lugar, abrangendo três observações fundamentais:

- A consideração do estado médio da atmosfera e de seus tipos de tempo;
- A concepção de que todos (ou estes) estados médios da atmosfera abrangem uma “série”, isto é, os tipos excepcionais destes estados;
- A sucessão dos tipos de tempo constitui uma concepção rítmica do clima.

Esta concepção sorreana deve ser considerada, ou até mesmo encarada, como a própria essência geográfica do clima nos estudos desenvolvidos (MONTEIRO 1971).

É ainda sobre essa perspectiva de análise que Monteiro propõe uma “técnica” de análise climática – dinâmica, introduzindo a noção de ritmo como essência geográfica do clima, que seja capaz de abranger todas as expressões quantitativas dos elementos climáticos que possam estar indissoluvelmente ligados à gênese ou à qualidade dos mesmos, levando em conta sempre as suas repercussões no espaço geográfico.

A ideia defendida por Monteiro sobre o ritmo climático e a expressão quantitativa dos principais elementos do clima forma o que o próprio Monteiro considera de “binômio”, com destaque para a organização dos principais fatores climáticos, constituindo uma coerência interna entre a dinâmica atmosférica e o espaço geográfico (SILVA, 2005).

Para MONTEIRO (1971), a análise rítmica é capaz de detalhar em uma escala mais fina de investigação, a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional, o que auxilia na compreensão dos mais variados “problemas geográficos”.

Dentre esses problemas, destacam-se os que serão tratados neste estudo, através da relação entre o clima e a proliferação de doenças de veiculação hidrotérmicas, como a dengue.

Assim, a análise rítmica demonstra indispensável contribuição ao entendimento da dinâmica clima – vetor – doença, pois permite analisar, em detalhes, as variações ocorridas tanto nos elementos meteorológicos quando epidêmicos.

Conhecendo os sistemas atmosféricos mais atuantes durante os períodos epidêmicos, possibilita-se inclusive a criação de mecanismos de alerta preventivos baseados nas previsões do tempo e aproveitando assim o alto grau de acerto dos mesmos para antever o risco de proliferação da doença.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS DE PESQUISA

Os elementos climáticos que mais influenciam os seres vivos no processo de transmissão da dengue são a temperatura do ar, a umidade relativa e a precipitação pluviométrica, embora exista também uma pequena interferência no deslocamento do vetor causada pela velocidade do vento (ROUQUAYROL, 1999).

Como algumas doenças pertencem predominantemente certas zonas climáticas, muitas seguem um padrão sazonal na sua incidência, como é o caso da dengue, localizada principalmente na faixa tropical do planeta e apresentando maior ocorrência durante a estação chuvosa desses locais, concomitante com temperaturas mais elevadas devido à atuação dos sistemas tropicais.

Nesta mesma perspectiva, o clima urbano torna-se um importante alimentador do processo de proliferação da doença, principalmente devido às características conservadoras de calor que as cidades proporcionam, mantendo as temperaturas dentro das faixas ideais de proliferação do mosquito e propiciando seu desenvolvimento de forma acelerada, favorecendo as epidemias.

Seguindo a linha proposta por MONTEIRO (1971, 1976) e MENDONÇA (2001), no presente estudo a perspectiva metodológica refletirá a busca da abordagem multidisciplinar, devido ao envolvimento de aspectos geográficos, biológicos, entre outros.

Apoiado na Teoria Geral dos Sistemas (TGS) e em decorrência de suas análises, Monteiro propôs o Sistema Clima Urbano (SCU) e seus canais de percepção humana.

Este modelo procura distinguir fatores de controle, núcleo do sistema, níveis de resolução, efeitos paralelos e ação planejada, que, respectivamente, correspondem ao processo de insumo, transformação, produção, percepção e autorregulação.

Considerando o SCU como um sistema complexo, aberto e adaptativo, que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização, MONTEIRO (1976b) propôs dez enunciados básicos, que formulam uma ideia reguladora para seu entendimento. Esses enunciados explicam o que é tal sistema, nos aspectos da estrutura interna; da importação, transformação e exportação da energia e dos produtos; e das intervenções antrópicas, no sentido da autorregulação.

Sintetizando as análises com enfoque à temática da tese, os canais de percepção que influenciam na proliferação da dengue em ambientes urbanos são:

- I. *Térmico* - englobando as componentes termodinâmicas que, em suas relações, se expressam através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante significativo, pois afeta a todos permanentemente. Constitui, seja na climatologia médica, seja na tecnologia habitacional, assunto de investigação de importância crescente; influencia na velocidade de proliferação do vetor.
- II. *Hidrometeorológico* - aqui estão agrupadas todas as formas meteorológicas, hídricas (chuva, neve), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestade), que assumindo, eventualmente, manifestações de intensidade, são capazes de causar impacto na vida da cidade, perturbando-a ou desorganizando-lhe a circulação e os serviços, além de possibilitar na formação de focos para reprodução de vetores de doenças.

O estabelecimento desordenado das atividades econômicas e sociais numa área urbana cria rugosidades favoráveis e fundamentais para que os impactos urbanos ocorram, sendo indispensável o planejamento prévio das cidades, que deve, obrigatoriamente, associar o natural com o social.

Assim, a partir das propostas monterianas, os estudos no campo da climatologia urbana no país cresceram consideravelmente, incorporando um enfoque mais geográfico. A maioria desses utilizou a metodologia do SCU em totalidade, ou em parte da mesma, conforme ressalta MENDONÇA et al, 2012.

Tendo a Teoria Geral dos Sistemas como princípio norteador, aponta-se para a proposta do Sistema Ambiental Urbano – SAU, que visa subsidiar análises relativas às interações entre a natureza e a sociedade, considerando principalmente a diversidade escalar da manifestação de problemas ambientais advindos dessa interação nas cidades, como uma nova ferramenta de integração destas realidades, consideradas diferentes e contraditórias (MENDONÇA, 2004).

O SAU apresenta uma proposta inovadora em alguns aspectos, pois possibilita uma evolução das ideias culminando com um padrão esquemático para

abordar todas as variáveis que estão em permanente relação dentro do ambiente urbano, indo desde atividades econômicas até tomadas de decisão do poder público, sem desconsiderar os aspectos naturais (relevo, vegetação, solo, água e ar).

Nota-se que esta proposta atinge uma meta perseguida por geógrafos contemporâneos, pois pretende integrar métodos e metodologias geográficas muito utilizadas na atualidade, mesmo que estas metodologias não sejam de uso exclusivo de pesquisadores da Geografia.

O Sistema Ambiental Urbano (SAU) propõe uma abordagem para problemas socioambientais urbanos de uma maneira integrada, holística e conjuntiva. Esse sistema é constituído por um Subsistema Natural (constitui os elementos naturais como relevo, ar, água, vegetação e solos) e um Subsistema Social (constitui os elementos não naturais e criados pelo homem como a habitação, indústria, comércio, serviços e transportes), sendo que estes estão contidos dentro do input do sistema.

Segundo MENDONÇA (2004), o PNUD<sup>2</sup> não demonstrava importância às questões sociais, o que motivou o autor a definir um maior detalhamento das subdivisões proposta pelo S.E.U<sup>3</sup> e avançar em relação às proposições do SCU<sup>4</sup>, facilitando o diagnóstico dos problemas urbanos e tornando mais objetivas as diretrizes de planejamento e gestão das cidades.

O SAU constitui um sistema aberto e complexo, dividindo-se em dois subsistemas: o Natural e o Construído, que possa novamente se subdividir em outros subsistemas ou instancias daqueles.

Como exemplo o autor cita o Sistema Hídrico, que faz parte do subsistema Natural, que por sua vez é influenciado pelos subsistemas Econômico, Político e Cultural, contidos no Subsistema Construído.

De maneira resumida, o SAU é composto por Inputs (dados de entrada), Atributos, Outputs (dados processados, de saída) e Aplicações.

Por input entendem-se os Subsistemas Naturais - relevo, ar, água, vegetação, solos - e sociais, do Subsistema Construído - habitação, indústria, comércio, serviços, transporte e lazer.

---

<sup>2</sup> Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

<sup>3</sup> Sistema Ecológico Urbano.

<sup>4</sup> Sistema Clima Urbano.

Atributos são instâncias dinâmicas, que também podem ser da natureza ou da sociedade, como: economia, política, cultura.

Exemplos de output são a degradação do relevo, ar, água, vegetação; inundações, deslizamentos, erosão; resíduos urbanos; ocupação irregular, favelamento; fome, miséria, doenças.

Aplicações são as soluções ou medidas mitigadoras elaboradas através do planejamento urbano e das gestões intervencionistas de caráter socioambiental. As aplicações devem ter reflexo sobre a qualidade dos dados de entrada (Input), e neste ponto se conta com o mecanismo de feedback para mensurar os benefícios das intervenções sobre cada etapa (Figura 7).

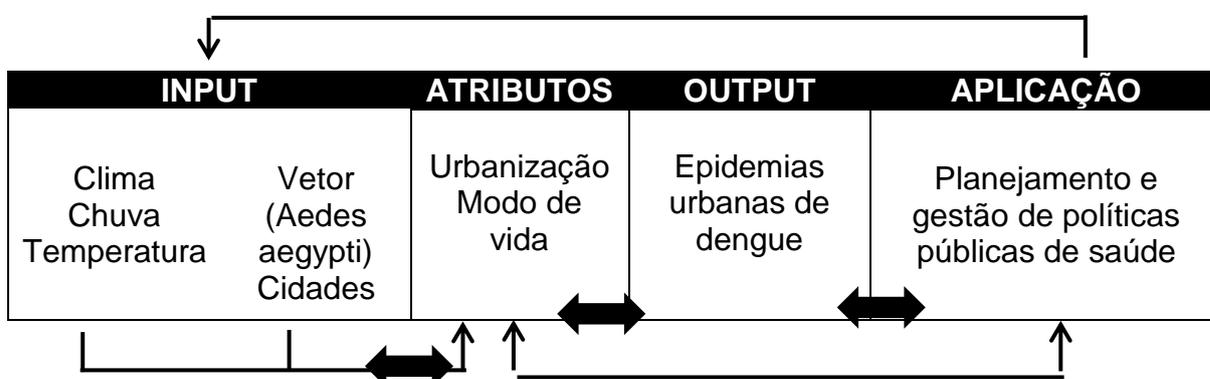


Figura 7 – Sistema Ambiental Urbano (SAU).

Fonte – adaptado de MENDONÇA, 2004.

Org. – ROSEGHINI, 2012.

A adaptação do Sistema Ambiental Urbano constante na figura 7 foi elaborada exclusivamente para a tese, englobando os aspectos mais importantes na relação entre o clima urbano e a proliferação da doença.

A abordagem geográfica empregada e iniciada por Monteiro associa a natureza e o homem, fato que torna “[...] muito difícil defender a natureza em seu estado natural na cidade, assim como também acreditar que um determinado contexto urbano apresentaria boas condições de vida destituídas de elementos naturais na sua formação” (MENDONÇA, 2004, p. 189).

Em sua tese de doutorado sobre o clima urbano de cidades de médio porte, Mendonça (1995) já analisava a relação entre os aspectos climáticos e sociais, formadores de uma atmosfera urbana carregada de conflitos entre o espaço natural e o transformado.

Mendonça propôs uma metodologia para estudos climáticos no meio urbano que tem no conhecimento geográfico do ambiente urbano a base para sua aplicação. Através da técnica de termografia, analisou a temperatura de superfície por meio de imagens de satélite nas escalas regional e intra-urbana, identificando as manchas urbanas e os campos térmicos gerados na área.

Assim, MENDONÇA (1995) constatou as estreitas relações entre que o clima urbano de Londrina e as atividades humanas ligadas à urbanização e às atividades regionais. Para o autor, toda e qualquer sistemática na técnica de análise no interior da cidade, realizada pelo geógrafo, deve ser conduzida por uma ótica que revele o clima da cidade como algo que é produzido a partir de um fenômeno de transformação de energia num jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem.

Por fim, destaca-se o interesse neste estudo em utilizar o SAU e o SCU de forma complementar, envolvendo aspectos mais específicos das interações sociedade-natureza e propiciando uma gama maior de análise que permitirá o envolvimento de mais variáveis no sistema.

Outro instrumento utilizado neste estudo foi a modelagem, esta como ferramenta para avaliar a potencialidade de expansão da dengue nas áreas urbanas através do entendimento da dinâmica climática das mesmas, especialmente quando comparadas as áreas rurais, consideradas limítrofes à atuação do *Aedes Aegypti* por supostamente não apresentarem características climáticas propícias ao seu desenvolvimento.

Assim, a proposta baseia-se na adaptação de modelos já existentes como os desenvolvidos pelo IRI (*International Research Institute for Climate and Society*), sediado na Columbia University, Estados Unidos. Estes modelos têm mostrado avanços significativos na análise das condições ambientais, baseados em modelos matemáticos que têm desempenhado importante papel para a compreensão da complexidade da dinâmica climática, inclusive na escala urbana, através de ferramentas computacionais e satélites de alta resolução.

Esta ferramenta permite explorar o papel tanto do clima como de alguns fatores não climáticos nas flutuações e tendências da incidência da dengue, além de oferecer informações úteis para orientar as políticas públicas na avaliação do risco, investimentos de controle e da escolha das intervenções.

Sobre a aplicação de modelagens nos estudos envolvendo clima e doenças, Ruiz et al (2008) sugere que a iniciativa visa contribuir para uma fiscalização integrada de controle, proposta como uma estratégia de adaptação para evitar possíveis efeitos adversos da mudança climática sobre a saúde humana.

O autor ainda cita o modelo *Multimodel Framework for Integrated Surveillance and Control System*, que permite avaliar os perfis de morbidade das doenças observada em diversas regiões endêmicas e/ou propensas a epidemias, além de possibilitar avaliar a mudança climática e os cenários futuros, bem como simular o impacto de campanhas de prevenção.

No exemplo a seguir (Figura 8), apresenta-se a adaptação do modelo de malária proposto por Ruiz (2008), para aplicação no estudo da dengue:

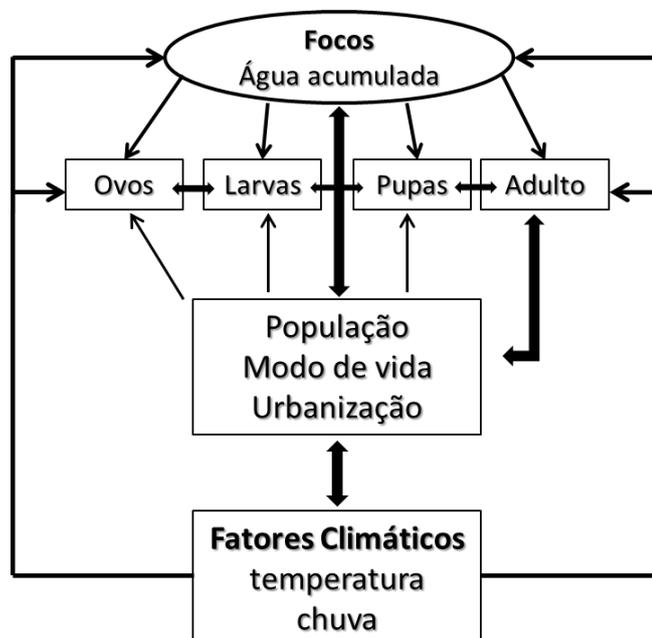


Figura 8 – Diagrama esquemático do modelo dinâmico para dengue.

Fonte: adaptado de RUIZ, 2008.

Org.: ROSEGHINI, 2013.

No esquema supracitado, as setas indicam a relação existente entre os diferentes componentes do modelo, podendo ser recíprocas e mais intensas (setas mais largas). A adaptação do modelo em questão para a realidade da dengue é possível, principalmente porque as variáveis existentes no processo são comuns à dinâmica da malária, com a ressalva de que a dengue é uma doença quase que estritamente urbana no Brasil:

The stock-flow model in the multimodel ensemble represents the system of coupled differential equations and the major components, level variables and endogenous variables of each mathematical model. The major exogenous variables are divided into five major groups: community-based, parasite, individual human host, mosquito vector, and environmental variables". (RUIZ, 2008, p.8).

Assim, tanto os aspectos sociais como as variáveis ambientais estão envolvidas, acopladas aos modelos matemáticos, evidenciando as relações entre os dados de clima urbano e epidemiológicos, passando "inevitavelmente por uma abordagem estatística" (BESANCENOT, 2001).

Para a obtenção de resultados satisfatórios quanto aos objetivos propostos, tomou-se por base uma estruturação na qual o método de pesquisa apresenta os seguintes aspectos (Figura 9) representando os procedimentos adotados para a pesquisa:

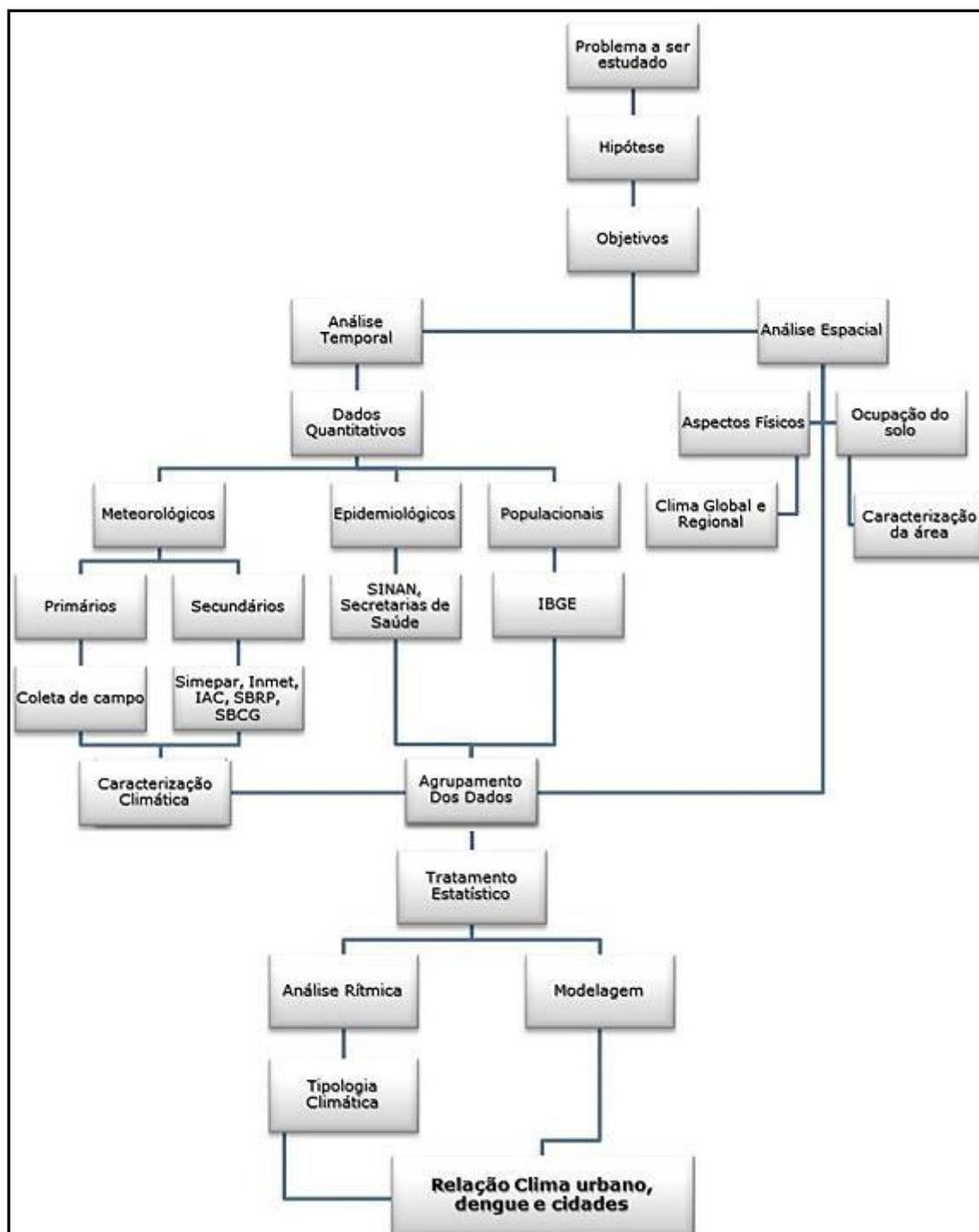


Figura 9 – Organograma esquemático do roteiro metodológico.

Conforme o organograma, foram coletados dados de diferentes fontes institucionais na busca por uma análise que compreendesse tanto os aspectos epidêmicos quanto a dinâmica climática das cidades estudadas.

- Parte da pesquisa caracterizou-se pelo aprofundamento da fundamentação teórica acerca do objeto do estudo, visando à consolidação de uma base teórico-metodológica que possibilite a análise detalhada da relação entre as características urbano-climáticas e a incidência da dengue nas cidades analisadas;
- Na segunda etapa ocorreu o levantamento e coleta dos dados. Para o tratamento dos aspectos climáticos foram utilizados dados meteorológicos (temperatura e precipitação pluviométrica) coletados junto às instituições de meteorologia e ao banco de dados do IRI. O período para a análise da evolução climática foi definido pela temporalidade dos dados;
- A terceira etapa correspondeu ao estabelecimento das relações e correlações entre as características da urbanização, climáticas, a evolução destas e a manifestação da dengue. Nas localidades que demonstraram aumento considerável no coeficiente de incidência, bem como aparecimento de casos autóctones da doença, esta relação foi observada tomando-se por base as variações térmicas e pluviométricas diárias através do método de análise rítmica dos tipos de tempo (MONTEIRO, 1971). Com a aplicação deste método foi possível identificar, de maneira detalhada, os limites climático-meteorológicos condicionantes da atuação do vetor e, portanto da dinâmica da doença nas diferentes localidades;
- Por fim, o estudo e aperfeiçoamento da modelagem existente para adaptá-la a realidade do universo de estudo proposto, possibilitando a geração das cartas termográficas baseadas nos dados de satélites, além da aplicação dos métodos estatísticos no tratamento dos dados.

Para dar suporte às mencionadas análises foi implantado um sistema baseado em plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com informações estáticas e com informações dinâmicas (ocorrências de dengue, distribuição de vetores e dados meteorológicos). A adoção e customização da

plataforma de SIG possibilitaram a geração de novos dados e informações resultantes de análises espaciais e estatísticas.

O banco de dados envolveu séries meteorológicas de precipitação, temperatura, umidade e vento das cidades em questão, abrangendo o período relativo aos dados epidêmicos disponíveis (2000 a 2010), possibilitando correlacioná-los aos elementos meteorológicos na busca pelas relações de causa-efeito decorrentes da interação entre os aspectos urbanos e ambientais.

O tratamento dos dados foi realizado através de softwares como Excel <sup>5</sup>e Statistica<sup>6</sup>, além do uso de ferramentas de SIG como ArcGIS <sup>7</sup>e Surfer<sup>8</sup>, através do método de interpolação de Kriging<sup>9</sup>, obtendo assim resultados geograficamente mais satisfatórios em relação à espacialização por isolinhas.

Os dados utilizados foram relativos às cidades de Campo Grande/MS, Maringá/PR e Ribeirão Preto/SP, envolvendo tanto as informações climáticas (temperatura, precipitação, umidade, ventos) quanto o número de casos autóctones de dengue durante as epidemias. Foram utilizados tanto dados secundários quanto primários, coletados em campo nas três cidades, obedecendo aos parâmetros propostos por Monteiro (1990) para coleta.

Os dados da dengue utilizados neste trabalho foram fornecidos principalmente pelo SINAN-Ministério da Saúde (<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/index.php>). É pertinente destacar que os registros de casos confirmados de dengues são desenvolvidos através de fichas de notificação de suspeita de dengue, as quais são preenchidas por indivíduos em postos de saúde e hospitais. São analisadas, submetidas aos laboratórios que confirmam ou não as suspeitas e depois são digitadas e arquivadas nos bancos do SINAN.

Já o SINAN repassa as informações automaticamente, através do SINAN.NET para o Ministério da Saúde. As informações geradas pelo SINAN também são utilizadas por outros setores interessados da Secretária Municipal de Saúde, bem como para a Regional de Saúde, entre outras esferas.

---

<sup>5</sup> Excel é propriedade da Microsoft Corporation.

<sup>6</sup> Statistica é propriedade da StatSoft Inc.

<sup>7</sup> ArcGIS é propriedade da Esri Software.

<sup>8</sup> Surfer é propriedade da Golden Software.

<sup>9</sup> Processo de regressão Gaussiano utilizado para interpolação geoestatística.

Os dados mensais do sorotipo, casos importados, febre hemorrágica e óbitos de dengue foram adquiridos para Campo Grande, Ribeirão Preto e Maringá a partir de janeiro de 2000 a julho de 2011. Dados diários de dengue foram obtidos somente para a epidemia de Maringá em 2006-2007, permitindo uma análise mais detalhada desse evento.

Grande parte dos dados meteorológicos utilizados para os fins deste estudo foram obtidos através do International Research Institute for Climate and Society (IRI), através da IRI Data Library (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/index.html>), que contém uma enorme gama de modelos e informações de satélites e estações meteorológicas de todo o mundo.

Os dados de temperatura de superfície (LST) utilizados na modelização de temperatura foram obtidos a partir do Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), sensor a bordo do satélite Terra, com 1 km de resolução espacial. O LST MODIS é derivado de duas banda térmicas no canal infravermelho, ou seja, bandas 31 (10.78-11.28  $\mu\text{m}$ ) e 32 (11.77-12.27  $\mu\text{m}$ ), utilizando o algoritmo de divisão da janela (WAN et al., 2002), que corrige os efeitos atmosféricos com base na emissividade da superfície global no infravermelho térmico (SNYDER et al., 1998).

Segundo VANCUTSEM et al. 2010, o uso dos dados do sensor Modis, satélite Terra, apresentam grande acurácia, principalmente relativo às temperaturas mínimas, podendo ser empregado para diversos estudos, permitindo análises no mínimo em escala semanal, importante para pesquisas envolvendo epidemias como a dengue.

Já os dados para modelização da precipitação foram obtidos a partir da NASA-Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), com 25 km de resolução espacial e 3 horas em escala temporal. Os produtos TRMM fornecem uma boa estimativa de chuvas em escalas mensais, mas têm uma menor habilidade em especificar corretamente os eventos moderados e leves em intervalos de tempo curtos, como na escala diária (Dinku et al., 2008).

Além disso, dados meteorológicos in-situ de estações automáticas e convencionais também foram adquiridos a partir do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>) e IAC - Instituto Agrônomo de Campinas (<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline>), para aumentar a confiabilidade e a precisão das informações de satélite.

Para a elaboração dos valores de risco climático de dengue, importantes na predição de riscos futuros, foi utilizada a equação elaborada a partir do projeto SACDENGUE – Sistema de Alerta Climático de Dengue, do Laboratório de Climatologia da Universidade Federal do Paraná, onde são quantificados o número de horas em que as temperaturas permanecem dentro do patamar ideal para o desenvolvimento pleno do vetor, permitindo que o mosquito se desenvolva em apenas sete dias da fase de ovo ao indivíduo adulto (MENDONÇA et al, 2011b).

Também são consideradas na equação a quantidade de chuva, a evapotranspiração potencial e conseqüentemente, a umidade do ar.

Quadro 1 – Parâmetros climatológicos utilizados na equação do SACDENGUE:

Risco	Temperatura	Precipitação	Período
<b>Alto risco</b>	Prevalência (em horas) da temperatura máxima e mínima entre 22°C e 30°C	Excedendo 10 mm / dia	72-120 horas (antes ou depois da chuva)
<b>Médio risco</b>	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 20 e 22°C e máximas entre 30 e 32°C	Excedendo 20 mm / dia	120-168 horas (antes ou depois da chuva)
<b>Baixo risco</b>	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 18 e 20°C e máximas entre 32 e 34°C.	Excedendo 30 mm / dia	Mais que 168 horas (antes ou depois da chuva)
<b>Sem risco</b>	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas abaixo de 18°C e máximas acima de 34°C	Chuva contínua ou sem chuva	-

Esta equação foi aplicada aos dados primários coletados em diferentes pontos da área urbana e rural das três cidades, permitindo assim analisar a potencialidade das mesmas para a proliferação do vetor e compará-las quanto ao seu grau de endemidade.

Foram efetuadas várias incursões a campo (visitas técnicas) nas três cidades durante o ápice das epidemias, objetivando a coleta de dados meteorológicos, epidêmicos e bibliográficos.

Em Campo Grande-MS foram duas oportunidades: a primeira, de caráter experimental, durante a epidemia de 2010 entre os dias 05 e 08/04 para instalação de estações meteorológicas automáticas, coleta de dados, entrevistas com agentes

de saúde e visita aos pontos críticos. A segunda incursão foi elaborada nos dias 09 e 10/04/2012 apenas para instalação de estações meteorológicas automáticas.

Em Ribeirão Preto-SP também foram feitas duas incursões à campo: uma entre os dias 23 a 26/03/2011 e outra entre os dias 18 a 20/04/2012, com o mesmo propósito de coleta de dados efetuado em Campo Grande.

Por fim, em Maringá-PR foi efetuada uma incursão à campo no período de 16 a 18/03/2012 para instalação das estações meteorológicas e consequente coleta dos dados.

Importante ressaltar que todas as coletas de dados meteorológicos nas referidas áreas de pesquisa preconizaram os princípios dos estudos de clima urbano, com estações instaladas em pontos estratégicos e coletando dados pelo período mínimo de uma semana.

## 2.1 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

Para o tratamento estatístico dos dados foram utilizadas medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (desvios médio e padrão, coeficiente de variação e médias móveis) e correlação.

**Medidas de centralidade:** As medidas de centralidade têm como objetivo determinar o valor central na escala de valores observados. As medidas de centralidade mais usadas são a média e a mediana.

**Média Aritmética** - A média aritmética apresenta todos os valores da série, mas pode distorcer ou atenuar a análise quando há valores extremos significantes. É muito utilizada em climatologia, mas seu uso deve ser limitado.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

$\bar{X}$  = média aritmética;  $X_i$  = dados de cada unidade;  $N$  = número de observações.

**Medidas de dispersão:** As medidas de dispersão avaliam a distribuição de valores de uma série levando em conta o conjunto destas ou em relação a um valor central.

Amplitude – Denominada também de intervalo de variação, é a diferença algébrica dos valores extremos da variável. Ex: se a temperatura máxima de um dia é de 32°C e a temperatura mínima é de 17°C, a amplitude da temperatura do dia será a diferença entre as mesmas (de 15°C).

Variância e Desvio Padrão (DP) – A variância configura-se como a média aritmética dos quadrados das diferenças de cada valor menos a média da série dividida pelo número de observações:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

Já o Desvio Padrão é representado como a raiz quadrada da variância, e sua função na climatologia é de fundamental importância, pois analisa a variação e a irregularidade dos valores em relação a sua média.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

**Correlação:** Depois de efetuada a reta de regressão, pode-se criar a correlação linear dessa reta, ou seja, medir o grau de associação entre as duas variáveis, descobrindo até que ponto as duas variáveis são interdependentes ou covariam, isto é, variam juntas, determinando a direção dessa covariação.

Para a análise de mensuração da intensidade da relação das duas variáveis, existem vários índices de correlação na estatística, mas a Correlação de Person (*product moment correlation coefficient*) é uma das mais utilizadas.

Sabemos, portanto, que cada ponto x e y pode ser localizado na coordenada cartesiana, mas podemos determinar também os seus desvios de  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$ , em termos de  $(x_i - \bar{x})$  e  $(y_i - \bar{y})$ . Assim, se temos duas variáveis x e y, a chamada covariação de x e y é:

$$\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) \text{ a covariância é } \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n}$$

A covariância possui muitas semelhanças com a variância, sendo a primeira uma medida absoluta podendo ser negativa ou positiva, contrariamente da variância.

Sendo o coeficiente de correlação uma medida padronizada e independente da unidade original da mensuração, deve-se dividir a covariância pelo desvio padrão da variável x e y:

$$c = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) / n}{s_x \cdot s_y} \quad \text{ou} \quad c = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum (x_i - \bar{x})^2] \cdot [\sum (y_i - \bar{y})^2]}}$$

O coeficiente de correlação, portanto, é uma medida relativa da relação entre as duas variáveis. Para uso no computador ou calculadora é preferível utilizar a equação abaixo, análoga a anterior:

$$c = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

O coeficiente pode apresentar somente resultados entre -1 e 1. Assim, 1 é a representação matemática de uma associação positiva perfeita e -1 uma associação negativa perfeita. Caso  $c = 0$ , não existe associação entre as variáveis.

Todavia, nos estudos relacionados à bioestatística e saúde pública, para uma análise mais precisa dos dados segundo OLIVEIRA (2004), cabe a utilização do coeficiente de determinação  $r^2$ , que mede o modo de associação de duas variáveis, ou seja, parcela de y que é explicada por x.

Assim, procurou-se o maior número de dados possíveis para as análises estatísticas, pois conforme OLIVEIRA (2004), “o tamanho da amostra é um dos fatores que determina se a relação x e y é estatisticamente significativa”.

### 3. CAMPO GRANDE/MS, MARINGÁ/PR E RIBEIRÃO PRETO/SP: a formação do clima urbano e a evolução dos casos de dengue.

No intuito de identificar os condicionantes socioambientais responsáveis pelas epidemias de dengue e partindo-se do contexto da problemática exposta, as cidades pesquisadas foram definidas a partir de alguns critérios, tratados adiante, mas principalmente pelo clima e por apresentarem epidemias nos últimos.

Desse modo, serão objeto direto da análise as cidades com epidemias de dengue, inseridas na área de transição entre os climas tropical e subtropical (Figura 10), tendo este último condições ambientais limitantes ao vetor da doença.

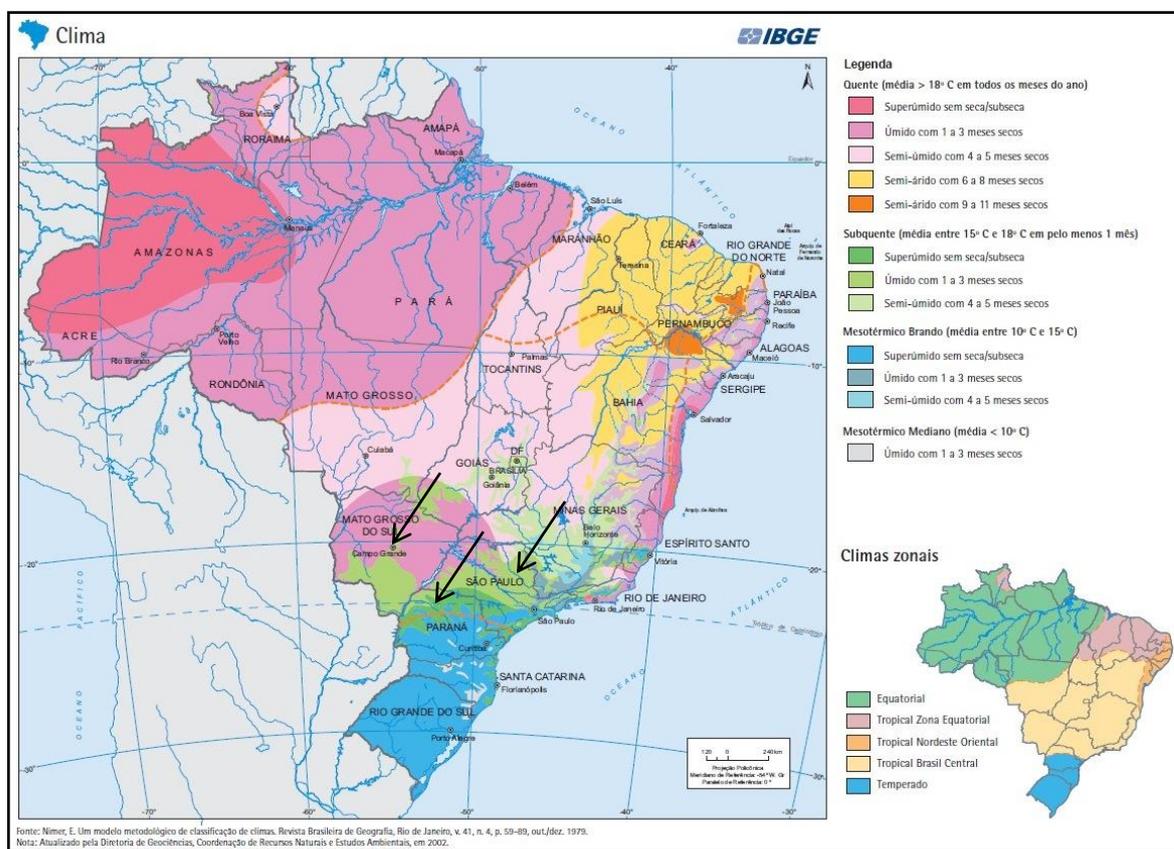


Figura 10 – Brasil: classificação climática e localização aproximada das cidades estudadas (setas).

Fonte: IBGE (2010).

Como se observa, as três cidades encontram-se na área denominada de “clima subquente”, com médias anuais entre 15 e 18°C, variando entre úmidos e superúmidos sem estação seca.

Um dos critérios para escolha das cidades analisadas consistiu em investigar as cidades com altos índices de casos notificados pela doença, caracterizadas com fortes epidemias (superiores a 1000 casos para cada 100 mil habitantes) nos últimos anos (Campo Grande, Ribeirão Preto e Maringá) e pertencentes a três Estados da região Centro-Sudoeste do Brasil (Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, respectivamente – Figura 11).

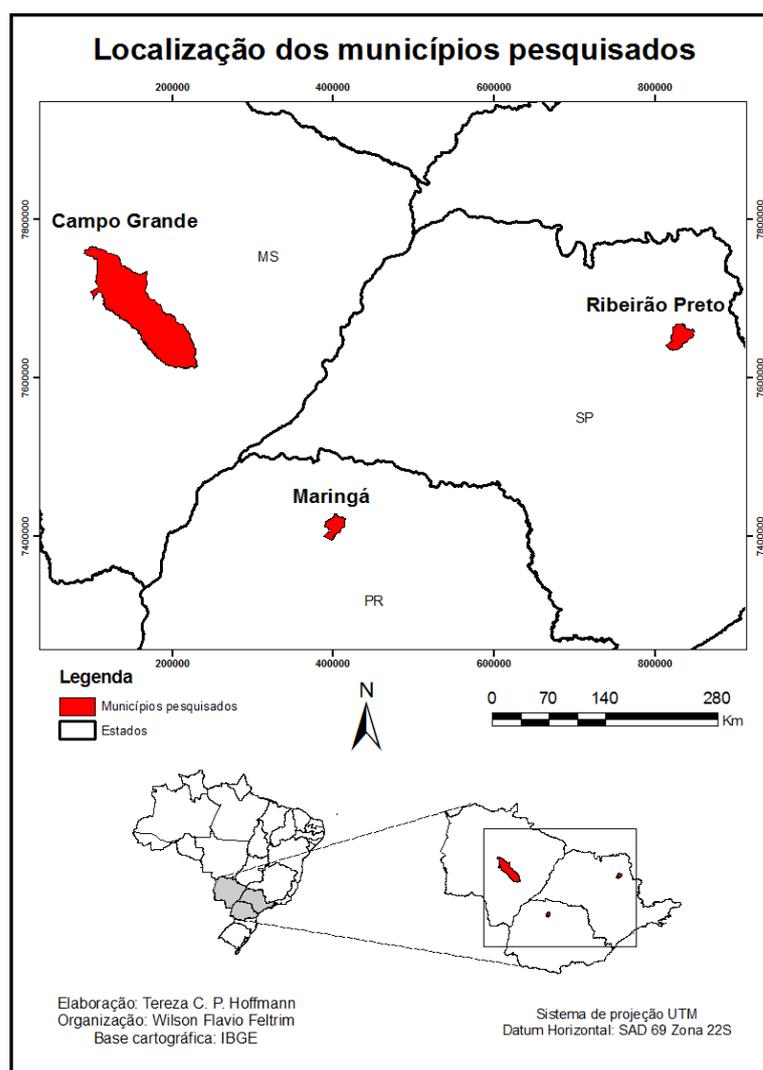


Figura 11 – Campo Grande/MS, Ribeirão Preto/SP e Maringá/PR – localização geográfica.

Outros critérios também foram de vital importância na escolha das cidades:

- I. O Ministério da Saúde considera a dengue uma doença urbana/vetor urbano;

- II. As cidades em questão fazem parte do projeto principal do orientador ao qual a tese está vinculada;
- III. As importantes epidemias de dengue ocorridas na última década nas três cidades, especialmente em 2007 a 2010;
- IV. Serem cidades de porte médio a grande, onde há a formação de um clima urbano bastante expressivo ao se considerar o clima regional;
- V. As três cidades estão localizadas em área de transição climática, entre o Tropical propriamente dito e o subtropical;
- VI. São áreas de expansão do número de casos da doença nas últimas décadas;
- VII. Possibilidade de análise comparativa entre as cidades envolvidas, dado que o contexto climático regional, climático urbano, urbanização e epidemias de dengue se assemelham.

As cidades em questão são responsáveis pelo transporte de um grande fluxo de pessoas e mercadorias entre si, o interior do país e os portos litorâneos.

São municípios de grande importância para as redes urbanas das suas regiões, onde a pesquisa investigará as medidas de controle do vetor diante das elevadas taxas de incidência da doença, assim como sua expansão para áreas antes não endêmicas.

Assim, o desenvolvimento da tese investigou cidades distribuídas na região Centro-Sudoeste, escolhidas tanto pela importância socioeconômica para sua região, como as suas características climáticas, ótimas para a evolução do *Aedes Aegypti* ou limitantes para sua reprodução e dispersão.

No Gráfico 01 pode-se observar que as cidades Campo Grande-MS, Ribeirão Preto-SP e Maringá-PR apresentam crescimento populacional contínuo desde o censo de 1991, sendo este contingente concentrado em grande maioria na área urbana, com população superior a 98.66%, 99.72% e 98.2% respectivamente.

Na sequência, o Gráfico 02 explicita de maneira preocupante o aumento da incidência de dengue (número de casos para mais de 100 mil habitantes) nas três cidades, justificando assim os objetivos do presente estudo.

Cabe ressaltar que existem poucos trabalhos que correlacionem o clima urbano das cidades selecionadas com a ocorrência de epidemias de dengue, além da falta de um banco de dados epidemiológico extenso, pois o mesmo apresenta

informações a partir de 1991, porém, com grandes falhas e inconsistências entre instituições das esferas municipal, estadual e federal.

Outro detalhe a ser considerado, referente a Maringá, ocorre em relação ao número de habitantes envolvidos na dinâmica da circulação urbana, já que a cidade é a única das três analisadas que possui conurbação com cidades vizinhas.

Assim, conforme será tratado mais adiante e baseado no conceito proposto por AQUINO JR (2010), será considerada para Maringá a população do que o autor chama de Área Urbana Contínua de Maringá (AUC Maringá), envolvendo a partir de 2000 a população das cidades de Sarandi e Paiçandu.

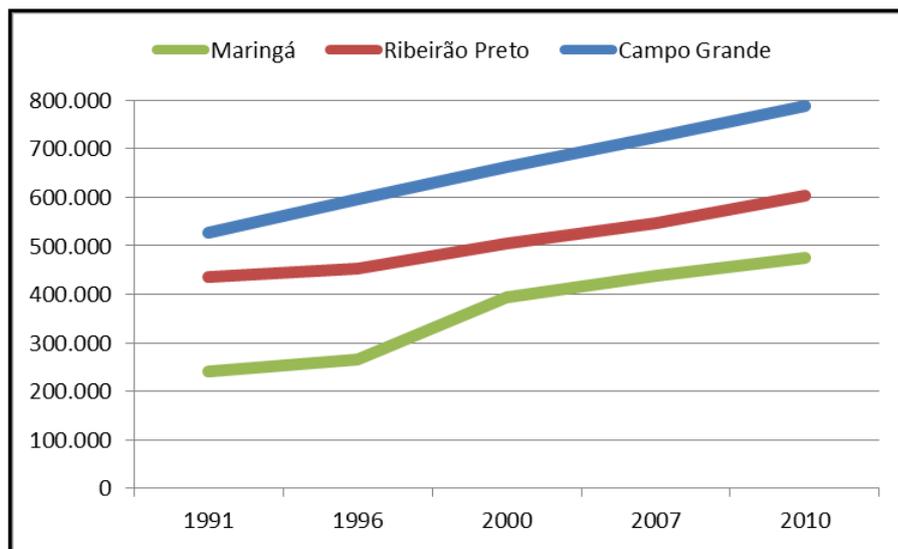


Gráfico 01 – Campo Grande/MS, Ribeirão Preto/SP e Maringá/PR: população - 1991-2010. FONTE: IBGE (2011).

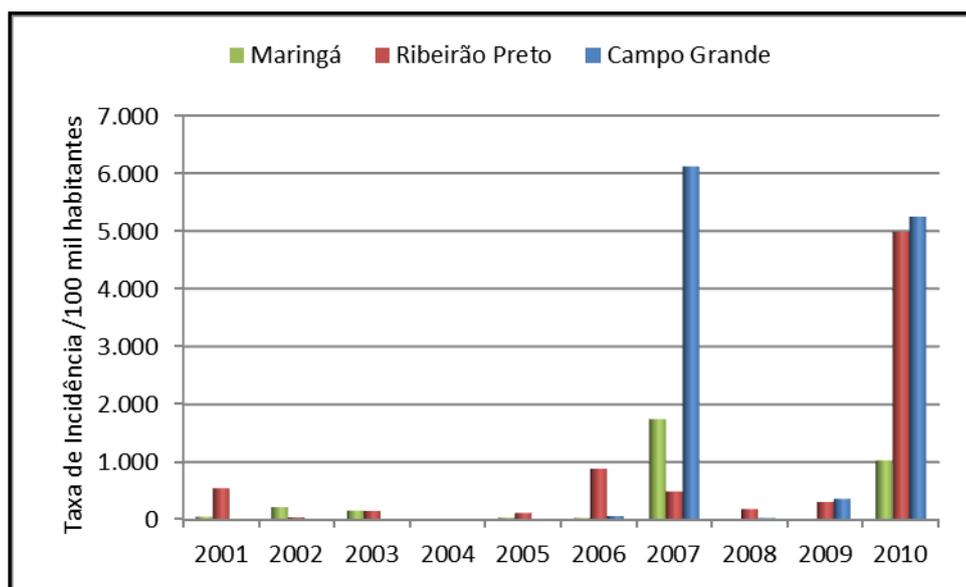


Gráfico 02 – Campo Grande/MS, Ribeirão Preto/SP e Maringá/PR: casos de dengue – 2001/2010. Fonte: SINAN.NET (2011).

Embora apresentem semelhanças entre si, cada cidade contém particularidades que reforçam suas identidades; para tanto destacaremos algumas características de cada uma delas.

### 3.1. CAMPO GRANDE – MS

O município de Campo Grande tem enfrentado fortes epidemias nos últimos anos, principalmente após 2007. Na última epidemia já haviam sido registrados, desde janeiro de 2010, mais de 30 mil casos autóctones pelo vírus da dengue. No entanto, o início das notificações do ciclo epidemiológico começaram entre setembro e outubro de 2009.

A partir da segunda quinzena de fevereiro de 2010 as notificações positivas de dengue se elevaram e o ciclo epidemiológico registrou semanas de pico do início de março até o início de abril, quando registrava de 150 a 200 novos casos autóctones diariamente, caracterizando o final do pico epidêmico dentro do ciclo 2009-2010 da enfermidade.

A forma de ocupação da cidade de Campo Grande favorece a proliferação do mosquito, pois existem muitos vazios urbanos compostos por terrenos baldios onde são depositados lixo e entulhos, focos importantes para disseminação do vetor.

Esta ocupação teve início no século XIX com a instalação de fazendas formadas por mineiros, atraídos pela zona de pasto nativo e sedimentou-se na confluência dos Córregos Prosa e Segredo. Atualmente apresenta-se como uma cidade de grande porte, a mais populosa do Estado, com 787.204 habitantes segundo IBGE (2010). Compõe sua economia a indústria, a agropecuária e o setor terciário.

Palco de grandes transformações ao longo dos anos, sua paisagem tem sido rapidamente alterada revelando problemas ambientais próprios dos grandes centros urbanos da atualidade, como o aparecimento de ilhas de calor urbanas, deterioração da qualidade do ar, desconforto térmico, diminuição das áreas verdes, enchentes e inundações que comprometem o sistema urbano (ANUNCIAÇÃO, 2009).

Situada na porção central de Mato Grosso do Sul, na Serra de Maracaju, localiza-se entre as bacias dos rios Paraná e Paraguai. Possui altitude média de 540m acima do nível do mar e seu relevo é levemente ondulado de forma tabular. A dimensão territorial alcançada na atualidade, já testemunha uma forte influência da urbanização local nas características climáticas.

Portanto, estudos enfocando o clima são de fundamental relevância para o entendimento da qualidade socioambiental da população.

Ainda segundo a autora, a caracterização da variabilidade climática pode auxiliar na compreensão dos episódios excepcionais que, com a forte transformação do quadro natural, contribui para o aumento dos impactos do sistema atmosférico de forma extrema, o que conseqüentemente diminui a capacidade da população em absorver seus efeitos, gerando formas diferentes de perceber os reflexos por diferentes atores sociais construtores do espaço em questão.

O município de Campo Grande, de 8.118,4 km<sup>2</sup> de área, está localizado geograficamente na porção central de Mato Grosso do Sul, ocupando 2,27% da área total do Estado. Possui dois distritos: Anhanduí e Rochedinho. Tem como municípios limítrofes Jaraguari e Rochedo (norte); Nova Alvorada do Sul (sul); Ribas do Rio Pardo (leste); Sidrolândia e Terenos (oeste). O sítio urbano localiza-se no divisor de águas das bacias dos rios Paraná e Paraguai, definido pelas coordenadas geográficas 20°26'34" latitude sul e 54°38'47" longitude oeste.

A cidade de Campo Grande passou por quatro grandes períodos de organização urbana. O primeiro período vai de 1872, ano de sua formação, até 1914, e é marcado pela atividade dos criadores de gado, que se utilizavam do local para a comercialização de gado.

A partir de 1914, a inauguração da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, dinamiza o comércio local e promove um "boom" de crescimento. Mais tarde, na década de 1960, a instalação da fronteira agrícola na região centro-oeste gerou mais um surto de crescimento. Por fim, a criação do novo estado de Mato Grosso do Sul, em 1977, e a sua transformação em capital, foi mais um fator de crescimento (ARRUDA, 1997).

Com o intenso fluxo migratório provocado pela expansão da fronteira agrícola, vindo principalmente do sul do Brasil, houve uma grande preocupação em ordenar o crescimento da cidade, tendo como consequência, várias alterações no código de obras da cidade, tentando adequá-la a nova realidade (OLIVEIRA NETO, 1999).

Ao longo das décadas de 1960 e 1970, Campo Grande cresceu intensamente e sofre transformações importantes chegando a sua formação atual. O seu traçado em forma de tabuleiro iniciado com a planta de 1909 foi mantido e expandido em todas as direções.

É justamente neste período que se inicia a construção de inúmeros prédios de apartamentos para a classe média (Figura 12), ocorre a ampliação em sua rede de comércio e serviços, surgem grandes lojas de departamentos, supermercados e

*shopping center*, e ainda ocorre a construção de grandes obras públicas como o Parque dos Poderes, por exemplo.



Figura 12 – Campo Grande-MS: perspectiva aérea da região central.

Fonte: Prefeitura Municipal, 2005.

Em 1995 foram definidas as diretrizes para o crescimento “planejado” da cidade, tendo como objetivo mais amplo, estabelecer parâmetros para o processo de desenvolvimento local a partir da compreensão global dos fenômenos políticos, sociais, econômicos e financeiros, elaborando outro plano diretor ainda que sob exigências instituídas na Constituição Federal de 1988 (ARRUDA, 1997).

Assim, a cidade foi dividida em regiões urbanas referentes às suas bacias hidrográficas, conforme figura 13:

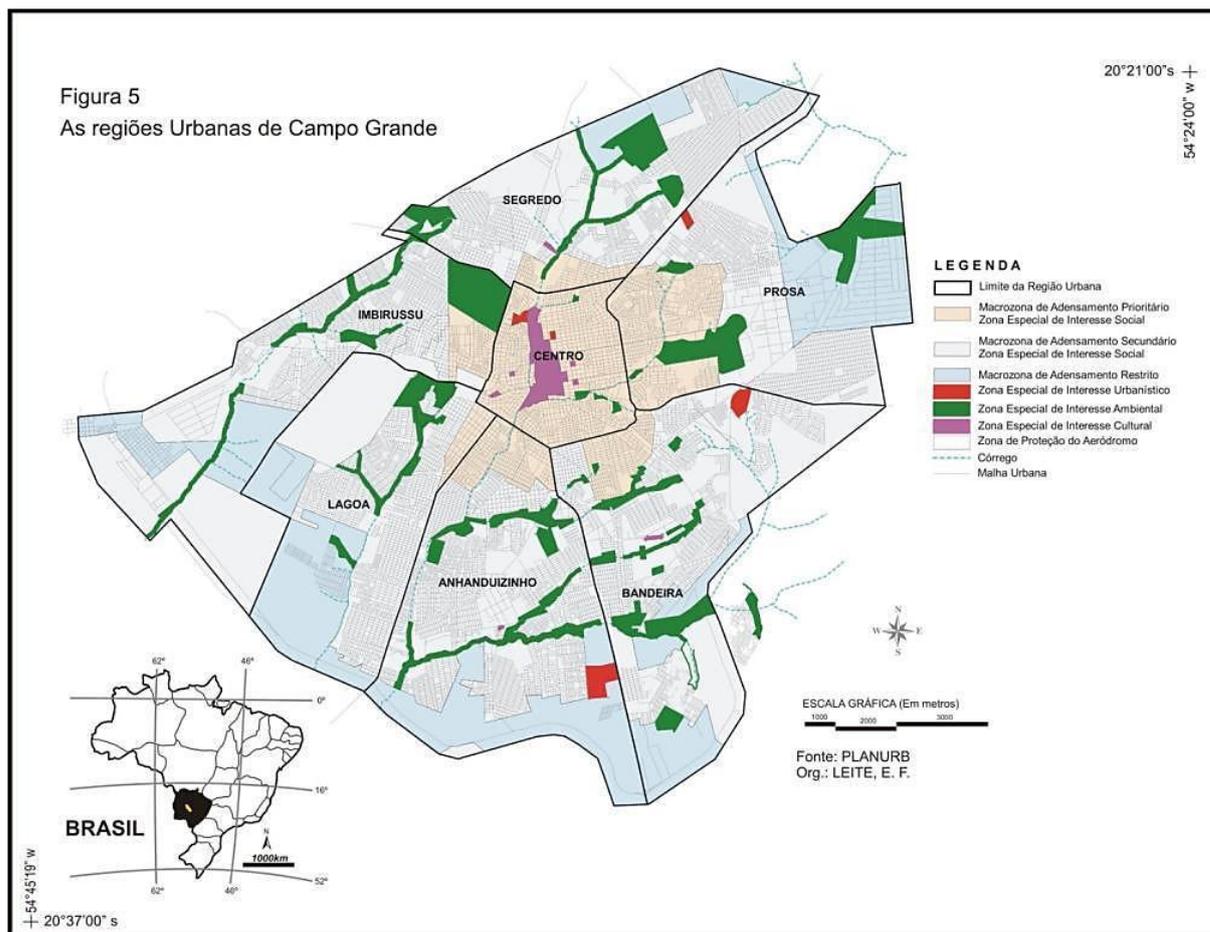


Figura 13 – Campo Grande-MS: regiões urbanas.

Fonte: ANUNCIACÃO, 2009.

A expansão urbana de Campo Grande, desde sua fundação até meados do século passado, limitou-se aos fundos de vale e seus arredores e, a partir de 1960, desenvolveu-se em todas as direções, tendo como característica principal a falta de planejamento ambiental.

Os governos, nas diferentes esferas, desenvolvem através do PLANURB<sup>10</sup>, o planejamento focado no embelezamento das formas espaciais, sobretudo nas áreas centrais sem, contudo, se preocupar com o conteúdo social e ambiental. Como resultado deste processo equivocado de planejamento urbano pode-se citar as enchentes que ocorrem no verão, em áreas centrais e periféricas de baixa e alta renda, além de inúmeros locais de acumulação de água e resíduos, favorecendo assim a proliferação de vetores como o *Aedes Aegypti*.

<sup>10</sup> Planejamento Urbano de Campo Grande.

Anunciação (2009) ressalta que estas transformações impõem marcas indelévels nas nascentes dos córregos, comprometendo o equilíbrio e a sustentabilidade do sistema urbano, desencadeando desajustes econômicos, sociais e ambientais, exigindo do poder público, ações de intervenção, que nem sempre alcançam os resultados esperados.

Quanto às características físicas do sítio urbano de Campo Grande, ressalta-se que os mesmos apresentam importância significativa no delineamento das condições ambientais encontradas na cidade.

As características geomorfológicas, a litologia e a disposição das rochas, os solos e a cobertura vegetal desenvolvem papel importante nos processos de escoamento e infiltração das águas das chuvas, refletindo-se no comportamento da rede de drenagem e nos processos fluviais. Daí sua importância, já que diferentes tipos de rochas e feições de relevo, diferentes tipos de solo e presença ou ausência de cobertura vegetal alteram a quantidade e o tempo (rapidez ou demora) da chegada das águas aos leitos fluviais, contribuindo para o aumento ou amenização de eventos climáticos extremos.

Cerca de 80% da área urbana apresenta composição pedológica predominante de Latossolos, além das Areias Quartzozas, algumas manchas de Terra Roxa e, os Aluviais e os Hidromórficos, nos fundos de vale e suas proximidades.

O perímetro urbano da cidade de Campo Grande é composto também por diversas manchas litológicas de Basalto, arenito intertrapeanos da Formação Serra Geral e arenitos da Formação Caiuá que possuem solos diversos. As porções do espaço composta por Latossolos apresentam um relevo de Platôs e Colinas, áreas praticamente planas, suavemente onduladas e algumas áreas com embaciamento localizado. Segundo a Carta Geotécnica a declividade varia entre 0% a 15%.

O domínio climático na mancha urbana é controlado principalmente por massas equatoriais e tropicais, com ocorrência de períodos secos devido à influência da Massa Polar Atlântica no inverno e período úmidos no verão sob influência da Massa Tropical Continental (Gráfico 03). Os ventos predominantes são provenientes da direção Leste e Nordeste.

A cidade vem apresentando alterações em suas condições climáticas locais derivando um clima urbano particular, no qual ilhas de calor, ilhas de frescor e áreas

atingidas por acidentes naturais climáticos vem revelando o reflexo de diferentes conflitos derivados da relação sociedade-natureza (ANUNCIÇÃO, 2009).

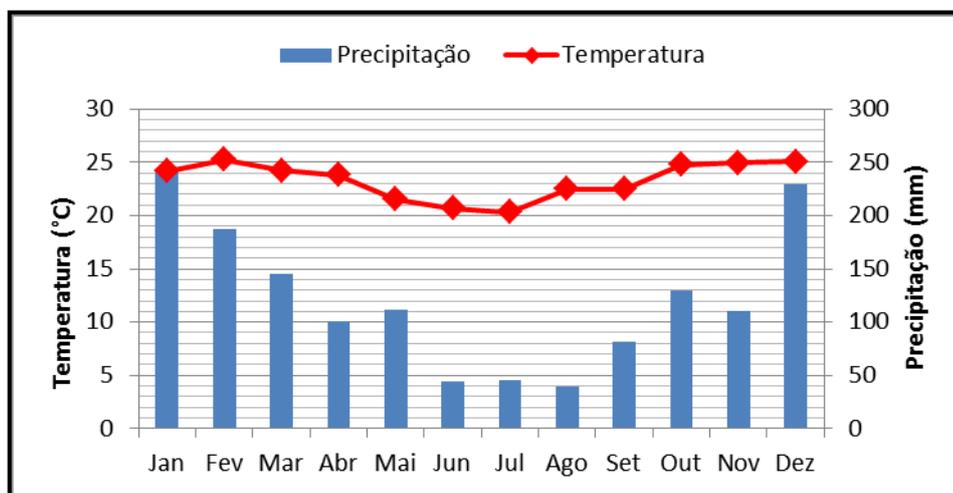


Gráfico 03 – Climatograma de Campo Grande-MS.

Fonte: INMET.

Estes aspectos relacionados à atmosfera urbana e ao seu clima repercutem em inúmeros problemas, implicando em piora da qualidade de vida e criando condições de adversidades e de vulnerabilidade socioambiental na área urbanizada, inclusive na disseminação de doenças.

No tocante as chuvas, a autora destaca que os totais mensais de precipitação apresentam variabilidade com comportamento sazonal de duas estações bem definidas.

A primeira de outubro a março (primavera-verão) com os maiores totais mensais, atingindo cerca de 70% do total anual e a segunda de abril a setembro (outono-inverno) com os menores totais mensais, sendo os meses de julho e agosto responsáveis por cerca de 6% do total anual.

A precipitação apresenta grande variabilidade, sendo que o maior volume resulta de processos de meso e macro escala não tendo, portanto, origem local.

As chuvas na cidade resultam, principalmente, de invasões da frente polar Atlântica. Esse fato é explicado pela localização da cidade, tornando-se um campo de alternância entre sistemas tropicais e polares.

Para a autora, a cidade de Campo Grande se encontra numa área de transição climática, entre os domínios das massas tropicais e polares, além da

marcante continentalidade. Portanto, apresenta forte irregularidade interanual e sazonal dos elementos climáticos temperatura e precipitação, cujos impactos decorrentes destas características a torna extremamente sensível às adversidades climáticas (ANUNCIÇÃO, 2009).

Assim, o clima regional pode ser definido pela presença predominante das massas Tropical Atlântica (TA), Tropical Continental (TC) e Equatorial Continental (EC), principalmente no período de primavera e verão, que são responsáveis pelas elevadas temperaturas e elevados índices de precipitação nesta época do ano.

No outono e no inverno, a penetração dos sistemas frontais (FPA) e a atuação da massa Polar Atlântica (PA), são responsáveis pelo aumento da velocidade do vento, pela queda brusca da temperatura e, longos períodos de estiagens.

A sazonalidade das chuvas mostra maior concentração de precipitação acumulada mensal nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, representando o verão, que pode chegar a 40% do total anual (somando mais de 500 mm).

No caso específico das temperaturas, Anunciação (2009) ao analisar uma série histórica de 46 anos de dados para a cidade verificou que a média anual da temperatura foi de 23,8°C, sendo os anos menos quentes observados em 1962 (21,8°C), 1968 (22,3°C), 1972 (22,1°C). A partir de 1993 ocorreram registros de médias altas de temperaturas entre (24°C e 26°C), com ressalvas apenas o ano de 1996 que foi dentro dos padrões da normalidade (23,0°C).

A localização de Campo Grande revela a influência da continentalidade, possibilitando temperaturas médias anuais elevadas; porém, as variações de temperatura intra-aneais são muito elevadas, principalmente nos meses de inverno que, em alguns anos, atingem os 30°C.

A chegada de sistemas frontais e de sistemas polares provenientes do sul do continente provoca quedas da temperatura, muitas vezes para abaixo de 0°C. Assim a grande amplitude térmica que ocorre na cidade é explicada pela intensidade de atuação dos sistemas de origem fria (polar) ou quente (tropical continental e marítima).

As distintas formas de ocupação do solo da cidade de Campo Grande resultantes do processo de urbanização demonstram diferentes padrões de uso, estes padrões refletem no comportamento do clima intra-urbano, gerando ilha de

calor e de frescor, que podem ser associadas aos sistemas atmosféricos atuantes nas duas situações estudadas verão e inverno.

Variações espaciais da temperatura e seu ritmo diário e estacional nas áreas fortemente ocupadas, com elevada densidade de construções e pequena arborização, apresentaram as maiores temperaturas, principalmente áreas que se configuram por características residenciais de classe média baixa e conjuntos habitacionais populares (ANUNCIAÇÃO, 2009).

Para a autora, foram relevantes as ilhas de frescor em áreas com vegetação densa, edificação esparsa, edificação densa e grande quantidade de vegetação.

Com a entrada do sistema frontal e a polar, há uma tendência de homogeneização da temperatura, pois a massa polar atlântica provoca um forte resfriamento da temperatura. Os locais de vegetação densa e vertentes voltadas para o sul apresentaram as menores temperaturas.

A formação de condições climáticas particulares no contexto da cidade atribuídas à urbanização local é decorrente dos tipos de uso e ocupação do solo e estreita relação com elementos do sítio, sendo notadamente mais expressivas a topografia e a exposição de vertentes.

As diferenças de temperatura entre os diversos tipos de ocupação do solo mostram que Campo Grande já possui especificidades do ponto de vista climático, que devem ser consideradas no momento de crescimento e expansão da malha urbana, para que se tenha um ambiente de qualidade.

A formação de ilhas de calor e ilhas de frescor foi observada tanto na estação de verão quanto na estação de inverno da cidade como um todo. Esse fato dependeu do sistema atmosférico atuante, sendo que suas variações espaciais foram associadas ao tipo de ocupação do solo, exposição de vertentes, presença de vegetação, altitude e intensidade de radiação.

Os elementos responsáveis pelo comportamento da temperatura intra-urbana no verão e no inverno estão relacionados à densidade de construções e densidade de arborização, às características do sítio, exposição de vertentes e altitude.

### 3.2. MARINGÁ – PR

O registro de casos positivos de dengue na região de Maringá é um dos grandes problemas de saúde. Os primeiros levantamentos de notificação pela Secretaria de Saúde de Maringá registraram, entre os anos de 1995 e 2000, um total de 1.048 casos de dengue. O primeiro surto epidemiológico foi detectado em 1995, quando foram notificados como suspeitos cerca de 830 casos de dengue, em uma taxa de 287,2 casos por 100.000 habitantes.

De acordo com os dados da Secretaria do Estado da Saúde, os surtos entre 1995 e 2000 em Maringá coincidem com os surtos epidemiológicos da dengue em todo o Estado do Paraná, assim como com o crescimento de casos confirmados a partir de 2000 (AQUINO JR, 2010).

A partir de 2001, o SINAN, através do DATASUS, começou a disponibilizar os dados referentes à quantidade de casos de dengue por município de todo o Brasil, inclusive dos municípios pesquisados.

Ainda segundo AQUINO JR. (2010), desde o início das notificações em Maringá, foram registradas 03 grandes epidemias. A primeira em 1995, com mais de 800 casos confirmados, a segunda em 2002 com mais de 1500 casos e em 2007, ano que a epidemia notificou mais de 7000 casos de dengue.

O autor ainda cita que em Maringá evidencia-se a ocorrência de dengue em todos os anos desde 2001. Sobre a epidemia de 2002, Maringá começou a registrar casos de Febre Hemorrágica da Dengue quando apareceram 02 casos da doença, seguidas de óbito.

A localização geográfica da cidade favorece a ocorrência das epidemias, já que se situa no noroeste do Estado do Paraná, uma das áreas mais quentes do Estado.

Segundo o censo IBGE (2010), atualmente Maringá conta com 357.117 habitantes, que somados a população de Sarandi e Paiçandu, cidades conurbadas à Maringá, esse número ultrapassa os 480 mil habitantes. A cidade constitui-se como polo para uma região com população de aproximadamente dois milhões de habitantes.

Fundada em 10 de maio de 1947 pela CMNP<sup>11</sup>, Maringá tornou-se uma capital regional, dividindo a liderança com a cidade de Londrina.

Privilegiada pela topografia (relevos suaves), pelos solos férteis, pelo clima, pelos vários cursos d'água, pela posição geográfica (localização natural e infraestrutura rodoviária e ferroviária), por seu dinamismo econômico relacionado à agroindústria e agricultura (em especial o café), enfim, elementos que facilitaram o planejamento de uma rede urbana, essa cidade tornou-se um dos principais núcleos urbanos do Estado (ENDLICH, 1998).

Apesar de Maringá ter sido, juridicamente, fundada em 1947, como Distrito do Município de Mandaguari, a especulação imobiliária de sua criação começou por volta de 1938, quando os funcionários, da ainda CTNP<sup>12</sup>, começaram as derrubadas de árvores para a implantação de estradas (MENDES, 1992).

Anos depois, com a definição do projeto da cidade e sua inauguração, essa área receberia o nome de Maringá Velho, atualmente um bairro da cidade.

No ano de 1960, a população total já era de 104.231 habitantes, com um aumento de 65.643 (170%), sendo que 40.322 (54%) desses foram para a zona urbana. Esse fato foi resultado das ações da CMNP, a qual incentivou intensas imigrações para a “terra prometida”, nome dado à cidade de Maringá – importante recém-criado núcleo urbano do Norte do Paraná - pelas oportunidades de estabelecimentos e empregos na área urbana.

Em 1970, apenas 17.143 habitantes foram incrementados no total da população. Entretanto, a zona urbana recebeu 52.508 habitantes, um aumento de 110%. Esse acontecimento foi derivado da perda de residentes pela zona rural, 35.365 (-62%), pois a cafeicultura deixou de ser a principal atividade econômica durante a década de sessenta, sendo substituída por outras novas culturas (principalmente, o binômio soja/trigo).

A partir de 1980 até 2000, ocorreu uma harmonia nos dados do censo: aumento contínuo da população total e urbana e diminuição da rural, consequência de sua polarização e modernização do campo.

A partir de 1970, a substituição do café pela soja e pelo trigo, a mecanização de produção no campo e as imigrações para o centro urbano estimularam o setor

---

<sup>11</sup> Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.

<sup>12</sup> Companhia de Terras Norte do Paraná.

terciário como principal atividade econômica da cidade, abrangendo 62% da população economicamente ativa. O setor secundário também teve um crescimento contínuo durante a história, tornando-se somente a segunda atividade econômica na década de oitenta, como consequência da agroindústria.

Atualmente, a maior participação no PIB (Produto Interno Bruto) da cidade é do setor terciário, pelas funções administrativas, bancárias, residenciais e universitárias, em nível local e regional, devido a sua polarização na região. Pela industrialização dos produtos da agroindústria, o setor secundário abrange o segundo percentual da parcela total da economia, não ficando muito distante do terciário.

Estas sínteses históricas do direcionamento populacional e dos setores econômicos facilitaram o entendimento do atual uso e ocupação do solo do perímetro urbano de Maringá, o que pode ser observado na Figura 14.

No período analisado por MENDES (1992), a expansão da mancha urbana possuía um caráter inicial e crescente de horizontalidade, tendo seu auge entre 1974 a 1983 (28,60km<sup>2</sup>), passando a incorporar, num ritmo crescente, a verticalidade em comércios e, principalmente, residências, consideradas as construções mais altas da cidade.

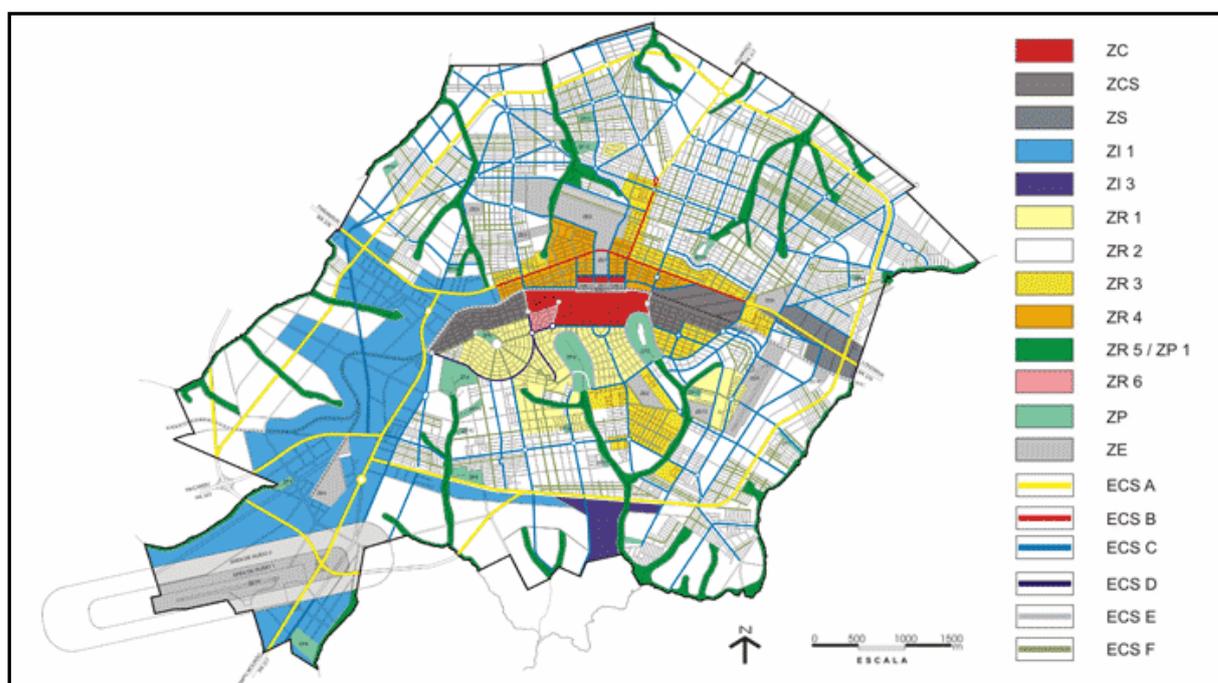


Figura 14 – Maringá-PR: regiões urbanas.

Fonte: TEODORO, 2008.

Nota-se que a cidade está estruturada em sete principais categorias: Zona Central (ZC), Zona de Comércio e Serviços Setoriais (ZCS), Zona de Serviços (ZS), Zonas Industriais (ZI), Zonas Residenciais (ZR), Zonas de Proteção (ZP) e Zonas Especiais (ZE), além dos seis Eixos de Comércio e Serviços Setoriais (ECS).

As *garden-cities* e a Carta de Atenas influenciaram Maringá com grandes espaços abertos; amplas avenidas; ruas com largos passeios; arborização lateral e central, em avenidas, e lateral, em ruas; rótulas viárias, para dividir o tráfego; e quatro grandes bosques no perímetro urbano: Parque do Ingá, Parque dos Pioneiros, Parque das Grevíleas e Horto Florestal (MENDES, 2003).

Entretanto, o projeto inicial sofreu algumas alterações (como pode ser conferido na atual carta de uso e ocupação do solo), devido às especulações imobiliárias, promovidas pelos agentes produtores do espaço urbano, prejudicando a qualidade de vida. Geralmente,

[...] a verticalização é uma das características das áreas centrais, mas também é uma forma de expansão dessas áreas. A verticalização proporciona a concentração de um número elevado de atividades centrais em uma reduzida extensão territorial, sendo uma das formas de crescimento do centro (MENDES, 2003, p. 103).

Partindo das análises de MENDES (op. cit.), o caráter de verticalidade da cidade iniciou-se, timidamente, em 1961, com a construção de dois prédios na Zona 1, um com quatro pavimentos e outro com quinze. Até 1981, foi construído um total de vinte e nove edifícios nessa zona, juntamente aos outros vinte, que foram erguidos nas Zonas 5, 6 e 7 (sendo dezessete nesse), a maioria de caráter residencial.

Em 1989, já somava um total de 745 edifícios, ficando a Zona 1 com 142 e a 7 com 276. Assim, chegou-se a conclusão de que a verticalização de Maringá (Figura 16) tornou-se mais significativa a partir da década de oitenta.

Uma das razões do processo de verticalidade de residências, em áreas urbanas (principalmente, na década de oitenta), foi pelos agentes financeiros das esferas privadas, isto é, as imobiliárias vendiam os apartamentos com financiamentos diretos dos bancos, facilitando para a população adquirir seu imóvel. Este processo se reproduz atualmente com programas governamentais como o “Minha casa, minha vida”.

A ZC e suas redondezas possuem o maior adensamento populacional da cidade (acima de 70,1 hab./ha. e de 20,1 a 60 hab./ha, respectivamente), juntamente ao maior processo de verticalização. A área central possui os edifícios mais altos da cidade, a maioria superior a dez pavimentos, chegando alguns até a quarenta. Grande parte desses é de caráter residencial, fato compreensível pelos equipamentos e atributos urbanos (administrativo, comercial, financeiro, religioso e cultural) localizados nessa zona, elementos que influenciam uma polarização sobre os habitantes (MENDES, 2003).



Figura 15 – Maringá-PR: perspectiva aérea da região central.

Fonte: TEODORO, 2008.

Outro eixo de grande adensamento de pessoas é a ZE, formada por universidades, conjuntos habitacionais, aeroporto, entre outros, localizados perifericamente ao centro. Terrenos com boas dimensões, preços parcelados e fácil acesso viário ao núcleo central foram alguns dos incentivos para as famílias estabelecerem-se nessas áreas.

Segundo MENDES (2003), os bosques de Maringá (o Parque do Ingá, Parque dos Pioneiros e Horto Florestal) representam as áreas verdes em sua área urbana, preservados com matas nativas e reflorestadas e áreas de várzeas das redes de drenagens, sendo essas consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP).

Essas reservas florestais são destinadas à recreação e o lazer dos cidadãos, além de algumas servirem como canteiros de mudas para a arborização da cidade. A finalidade de criação dessas áreas verdes foi introduzir a natureza na paisagem cívica, surgindo um contraste nas grandes massas construídas.

De acordo com MORO (1976), as áreas verdes influenciam, diretamente, nas variações dos elementos climáticos constituintes do clima urbano, como na temperatura e umidade (pelo sombreamento e pela evapotranspiração, respectivamente), no vento (servem como barreiras naturais aos ventos intensos ou fontes de resfriamento, promovidos, principalmente, pelas massas polares) e nas precipitações (atenuam os transtornos urbanos pela infiltração da água no solo).

Para MONTEIRO (2003), as áreas verdes desempenham grande importância na estrutura da cidade, por meio das diversas combinações de seus atributos sobre a qualidade ambiental urbana. Segundo o autor, são verdadeiras válvulas reguladoras o escoamento superficial, possibilitando a infiltração em meio às pavimentações e edificações.

Desta forma,

[...] deveriam, pois, ser elementos obrigatórios na cidade intertropical, em vez de serem vistas com certa ojeriza por um verdadeiro complexo de inferioridade que conduz ao abate sistemático de árvores e eliminação de resíduos e nichos de vegetação, inclusive nas cabeceiras dos mananciais. Além do que, são complementos necessários ao lazer, especialmente para as classes que não dispõem de recursos para buscar entretenimento fora da circunscrição urbana (MONTEIRO, 2003, p. 57).

É importante destacar que o auge da arborização em vias urbanas da cidade foi durante a década de setenta, quando foram realizados intensos plantios de diversas espécies. O problema, porém, é que devido a esse longo período e a falta de um plano de reposição, um número cada vez maior de árvores está morrendo e sua quantidade diminuindo paulatinamente.

Entretanto, mesmo com todos estes problemas, as áreas verdes ainda funcionam como um dos principais reguladores do SCU de Maringá, pois utilizam grande parte da energia para o processo de evapotranspiração, colaborando para a diminuição do aquecimento da cidade, além de garantir o fornecimento de umidade relativa em zonas fortemente urbanizadas (SANTOS, 1996).

Essas áreas contribuíram, segundo as análises do autor, para pequenos contrastes térmicos entre as unidades urbanas de coleta de dados, ficando as

diferenças absolutas entre 1,5°C e 3,0°C. Por exemplo, o núcleo do SCU da cidade (Zona 1), o qual apresenta alta concentração de prédios superiores a dez pavimentos, é responsável por grande parte da energia que entra nesse sistema, que é transformada, principalmente, pelos processos de evapotranspiração das vegetações em vias e bosques localizados nessa área.

Portanto, as áreas verdes e as árvores têm um papel fundamental na qualidade ambiental urbana, pois corroboram com as pequenas discrepâncias entre as temperaturas das unidades de uma cidade e dificulta, por meio do processo de evapotranspiração da energia acumulada, as formações de ilhas de calor, o que contribui para o conforto térmico e lazer da população. Entretanto, a não preservação desse verde, tanto por órgãos responsáveis, quanto pela comunidade, pode acarretar as diferenças térmicas numa cidade, além de oferecer menos áreas permeáveis para as águas pluviais e de impactos decorrentes de suas quedas.

Sem pormenorizar os elementos socioculturais e históricos da formação da cidade, ressalta-se que as características físicas do sítio urbano são indispensáveis para analisar o clima urbano.

MAACK (1968) delimitou geologicamente a formação da região de Maringá como Mesozoica, formada por derrames de Trapp (basalto) com arenitos eólicos (sedimentar) intertrapp. O solo constitui-se de latossolos e nitossolos.

Esse tipo de solo é extremamente fértil, como a terra roxa, rica em óxidos de ferro e argilas, tendo como origem a decomposição de rochas vulcânicas.

Devido a sua localização geográfica, exatamente na altura da linha do Trópico de Capricórnio (23° 27' S), Maringá encontra-se numa área de transição climática.

É importante frisar que estas representações climáticas são baseadas em dados genéricos, isto é, cálculos numéricos do estado médio da atmosfera num longo período, não levando em consideração os episódios extremos, que influenciam significativamente nesses valores, além de grandes repercussões no ambiente de uma cidade.

Desta maneira, torna-se fundamental o estudo das frequências das massas de ar atuantes, objetivando a compreensão da variação dos elementos climáticos, em especial a temperatura e a precipitação (Gráfico 04).

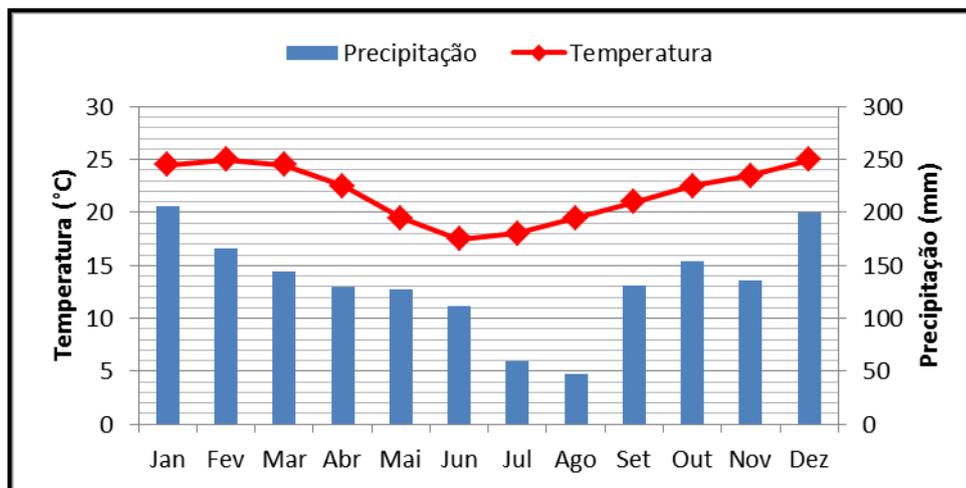


Gráfico 04 – Climatograma de Maringá-PR.

Fonte: INMET.

Da mesma forma que o Estado do Paraná, a região de Maringá é alvo direto da maioria dos sistemas atmosféricos da circulação sul-americana.

As pluviometrias da região de Maringá apresentam médias anuais em torno de 1.200 a 1.500mm, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos.

As correntes perturbadas de Oeste e, principalmente, de Sul (constituídas pelas frentes polares), a distribuição da pluviosidade e as variações encontradas devem-se à altitude média e, sobretudo, o relevo.

Além desses aspectos, e visto que essa região está sujeita às frequentes invasões polares e atividades frontais, a participação da Frente Polar Atlântica (FPA) eixo principal e Frente Polar Reflexa (FPR) eixo secundário é bastante significativa no processo de reabastecimento de água no solo, assumindo a liderança na origem da precipitação pluvial em todas as estações do ano e chegando à quase completa totalidade durante o inverno (MONTEIRO, 1969).

O sítio urbano de Maringá está localizado sobre o interflúvio das bacias hidrográficas do rio Pirapó, ao Norte (afluente do rio Paranapanema), e Ivaí, ao Sul.

Esses são afluentes do rio Paraná, de forma direta ou indireta. Pelo fato de estar situada num topo quase plano, a área urbana possui várias nascentes, originando os ribeirões e córregos. Na vertente Norte do divisor de água (bacia do rio Pirapó), observam-se os ribeirões Maringá e Morangueira e os córregos Ibipitanga, Mandacaru, Corregozinho e Guaiapó; já na vertente Sul (bacia do rio Ivaí),

encontram-se os ribeirões Paiçandu, Floriano e Pinguim e os córregos Borba Gato, Cleópatra e Moscados.

Em relação à RMM (Região Metropolitana de Maringá), AQUINO JR (2010) destaca que a mesma apresenta uma conurbação que possibilitou sua criação, agregando assim os municípios de Paiçandu e Sarandi, menores em número de habitantes e possuindo índices econômicos e sociais mais baixos do que Maringá. Sarandi possui conurbação mais intensa e Paiçandu caminha para o mesmo processo (Figura 16).

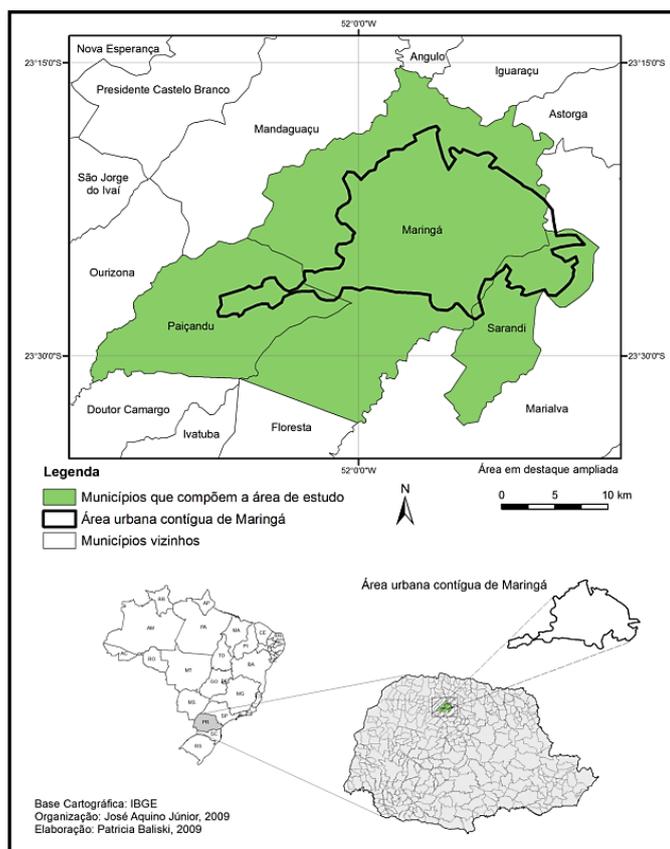


Figura 16 – Área urbana contínua de Maringá/PR - localização geográfica.

Fonte: AQUINO JUNIOR (2010).

Ainda segundo o autor,

“[...] a definição da área de pesquisa foi dada como “área urbana contínua de Maringá”, pois esta não se encaixaria nas definições oficiais de “Malha Urbana Contínua de Maringá”, “Aglomerado Urbano de Maringá” e nem “Região Metropolitana de Maringá”. Estas delimitações descartadas, não possuem o mesmo número de municípios propostos para a temática do estudo desenvolvida nesta pesquisa”. (AQUINO JUNIOR, 2010, pág. 22).

A alta ligação urbana destes dois municípios com Maringá também pode ser expressa através do movimento pendular, pois 32,64% dos moradores de Sarandi e 30,11% dos habitantes de Paiçandu vão para Maringá estudar e trabalhar todos os dias. Esse movimento populacional, juntamente com a contiguidade espacial, caracteriza os três municípios como uma única mancha urbana.

Maringá é a única cidade entre as três analisadas que possui conurbação com as cidades vizinhas e apresenta um grande movimento pendular. Sendo assim, houve a necessidade do estudo considerar a AUC (Área Urbana Contínua) da cidade.

Devido a essa polarização, criou-se dentro da RMM um forte movimento pendular, onde muitos trabalhadores de Sarandi e Paiçandu se deslocam até Maringá para trabalhar, voltando ao fim do dia para suas cidades.

Um dos principais fatores que ocasionam esse fenômeno, segundo AQUINO JUNIOR (2010) é relacionado ao fato de muitos trabalhadores morarem em Sarandi ou Paiçandu porque o custo de vida, bem como os outros impostos produzidos pelo modo de vida urbano, são menores que em Maringá.

Esse fato obriga os indivíduos economicamente desfavorecidos a buscarem habitações e/ou um modo de vida mais barato nas cidades do entorno à cidade polo. O movimento pendular ocorre porque é na cidade polo que se encontram as oportunidades empregatícias, bem como as melhores opções de serviços como educação, saúde etc.

Assim, no estudo epidemiológico da dengue, considerar o movimento pendular torna-se um ótimo fator de análise no processo de dispersão e transmissão epidemiológica do vírus da doença, principalmente porque a taxa de urbanização na qual este movimento pendular está inserido é bastante elevada. Para o mosquito vetor da dengue, o ambiente urbano é considerado com um cenário ótimo para sua evolução e dispersão. A taxa de urbanização de Maringá é provavelmente a maior da região com 98,4% (AQUINO JR, 2010).

Sobre outras características urbanas, a densidade demográfica possui diferenciações relevantes. Maringá possui 587,6 habitantes por km<sup>2</sup>, Sarandi 684,5 e Paiçandu 179,7 habitantes por km<sup>2</sup>. Em se tratando de dispersão epidêmica da dengue, Sarandi possui maior risco, pois a alta concentração populacional facilita a transmissão da doença e intensifica o ciclo Homem – *Aedes Aegypti* – Homem.

### 3.3. RIBEIRÃO PRETO – SP

A cidade de Ribeirão Preto, segundo o Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) e SINAN, registrou no ano de 2001 sua primeira grande epidemia com mais de três mil casos. A partir de então, surtos e epidemias da doença foram notificadas para todos os anos seguintes. No ano de 2006 uma forte epidemia notificou em torno de 6.500 casos, e em 2010, ocorreu à maior epidemia de dengue, com mais de 30 mil casos autóctones.

Desde o ano de 2001, as notificações de casos positivos de dengue foram: 2001 - 3.217; 2002 – 361; 2003 – 811; 2004 – 51; 2005 – 647; 2006 - 6.517; 2007 - 2.855; 2008 - 952; 2009 - 1.830; 2010 - 30.226.

É importante salientar a preocupação com a elevação do número de casos relacionados ao agravamento por febre hemorrágica, estes em crescimento quando comparado com as epidemias e surtos de anos anteriores.

Dentre os sorotipos circulantes durante o período dos anos de 2010-2011, a coordenadora do setor da Vigilância Epidemiológico informou que o município registrava casos pelo DEN-1, DEN-2 e DEN-3, principalmente do DEN-1 (CVE, 2012).

O sorotipo DEN-1 apareceu na cidade no início da década de 90 e quase desapareceu em meados da mesma. A diminuição de casos pelo DEN-1 possivelmente ocorreu devido à imunidade prevalente do município. A partir de 2010 este sorotipo volta circular fortemente devido aos grupos etários mais jovens que não haviam tido contato anteriormente.

Ribeirão Preto conta com uma área total de aproximadamente 650 km<sup>2</sup>, se caracterizando por ser uma cidade bem urbanizada, elemento fundamental para uma doença conhecidamente urbana como a dengue. De acordo com o IBGE (2010) seus 605.114 habitantes estão divididos em 99,72% urbana e somente 0,28% rural.

A área central e seus arredores se caracterizam por serem densamente povoadas, com comércio intenso e alta circulação de veículos em ruas estreitas. Próximo ao seu centro se encontra um grande parque intensamente arborizado, localizado em um morro.

Ainda dentro dos limites da cidade, em sua porção oeste, se encontra o campus da Universidade de São Paulo (USP), uma extensa área de aproximadamente 4,5 km<sup>2</sup>, com poucas construções e com alto grau de arborização.

Cabe salientar ainda o intenso processo de urbanização vivido pela zona sul da cidade, local em que recentemente vem recebendo grande número de condomínios de luxo e outras construções.

Conforme nos dirigimos para fora da zona central, observamos a redução da densidade de construções juntamente com a populacional, surgindo em sua periferia uma grande área rural, caracterizada pela cultura de cana de açúcar, voltada principalmente à produção de etanol.

Segundo MAIA (2007), a organização do território no município de Ribeirão Preto iniciou-se devido à decadência da atividade mineradora em Minas Gerais, os mineiros e fluminenses migraram desbravadores para a Região Nordeste do estado e foram abrindo as primeiras fazendas no município.

Os primeiros habitantes da região nordeste do Estado de São Paulo foram os índios caiapós, vistos por Saint-Hilaire no século XIX, próximos ao Mato Grosso de Batatais, hoje município de Altinópolis.

A região de Ribeirão Preto foi local de pousada para os bandeirantes que exploravam a região aurífera de Goiás, e que realizaram os primeiros roçados na região (MAIA, 2007).

Ainda segundo o autor, há duas versões para o povoamento do território hoje vinculado a Ribeirão Preto. A primeira hipótese estaria ligada à decadência da mineração em Minas Gerais, no século XIX. Os pecuaristas mineiros da região da Serra da Mantiqueira começaram a procurar novas terras para desbravar; seguiram, então, para a região nordeste do Estado de São Paulo, conhecida como boca do sertão onde as terras eram férteis e possuía um relevo pouco dissecado – propício para agricultura e para a pecuária.

A segunda hipótese está relacionada ao deslocamento dos fazendeiros paulistas que vieram do Vale do Paraíba, onde as terras tinham se exaurido face ao intenso cultivo do café. Devido ao incentivo do governo para a criação de núcleos coloniais em terras devolutas no Estado de São Paulo, foi criado o primeiro núcleo colonial no Oeste Paulista, denominado “Antônio Prado” – nome de um dos primeiros desbravadores da região.

Ribeirão Preto no final do século XIX ficou conhecida como “Capital do Café” em função da expansão da cultura representada pela Companhia Mogiana de Estrada de Ferro, fundada em 1883. Para o escoamento do café, a ferrovia

desempenhou um grande avanço para a região da Alta Mogiana até o seu declínio nos anos 30, no século XX.

Ribeirão Preto foi elevado à categoria de município em 1871, antes a cidade pertencia à Vila de São Simão. Em 1879 o nome da vila foi mudado para Entre Rios sob o protesto dos moradores.

No início do século XX, a fase áurea do café proporcionava a cidade escolas, cinemas, estradas de ferro, além de reis e rainhas, barões e baronesas do café.

De acordo com MAIA (2007), a ocupação urbana da cidade começa em 1870, tendo sido nomeado distrito da paz e Freguesia. Em 1874 já se observa na planta da cidade um aglomerado.

Por volta de 1903 a área central já estava praticamente toda estabelecida e até denunciava a ocupação além de suas barreiras físicas naturais, que eram os córregos Retiro Saudoso e Ribeirão Preto.

A inserção da estrada de ferro Mogiana, facilitou o crescimento da cidade pela vinda de grande contingente de pessoas e expansão da produção, indústria e comércio. O movimento de expansão urbana devido à influência da ferrovia foi insumo para o plano de modernização da cidade.

O ambiente urbano foi dividido em duas cidades: intra-rios, moderna, higiênica e embelezada e outra além-rios, desprovida das melhorias que acompanhavam esse trinômio da cidade burguesa. O traçado de Ribeirão Preto, já na sua origem, teve uma visão de planejamento na parte denominada moderna, o desenho da malha urbana foi instituído na forma de uma rede ortogonal, constituindo um tabuleiro de xadrez.

A cidade partilhava da ideologia da higiene como instrumento de ação do poder público municipal aliado às elites cafeeiras sobre o ambiente urbano, que queria sanear a cidade dos problemas de sujeira, doença e pobreza (MAIA, 2007).

As obras estruturais de engenharia deram ao poder público e a cidade uma falsa segurança que ao longo dos anos demonstrou sua ineficácia. Além disso, uma das consequências das enchentes são os problemas de saúde pública, pela deterioração da qualidade da água e o seu contato com a população no período das cheias. Essas condições potencializam a veiculação hídrica de doenças, principalmente a população exposta a situações de risco de inundações.

Em 1887 o recenseamento acusou 10.420 habitantes na cidade sendo 1379 escravos. Em 1889 a cidade possuía dois bairros em processo de expansão, a Vila Tibério e os Campos Elíseos.

A população do município era de 52.682 habitantes em 1902, em seu código de posturas o capítulo IX, trata das precauções contra moléstias transmissíveis que na época eram consideradas de notificação compulsória, como as moléstias pestilentas: (febre amarela, cólera e pestes do Oriente), as febres epidêmicas (varíola, escarlatina e sarampo, a difteria e coqueluche).

MAIA (2007) ressalta ainda que nesta época as moléstias eram o principal problema de saúde pública da cidade, exigindo ações do poder público para eliminação intra-domiciliar, uma vez que muitas dessas doenças estavam associadas à falta de saneamento ambiental e higiene pessoal.

A partir da década de 1930, após a decadência da economia cafeeira e o declínio do transporte ferroviário, ocorreu uma desenfreada ocupação urbana, pois, muitos agricultores chegaram à falência com a queda do preço do café, obrigados a deixar o campo com as perdas das propriedades agrícolas, migraram para a cidade em busca de oportunidades de emprego e moradia e atraídos também pelas vantagens da proximidade dos serviços de saúde e educação.

Assim, expandiram-se os limites da malha urbana gerando áreas povoadas que não tinham o mínimo de infraestrutura.

Atualmente, a cidade de Ribeirão é conhecida popularmente como a capital brasileira do Agronegócio. Cabe lembrar, que na região predominam as grandes propriedades agrícolas, pois os pequenos produtores preferem muitas vezes arrendar suas terras à plantação de cana-de-açúcar, pois o lucro é maior e evitam-se possíveis perdas.

O aumento populacional, a produção de cana-de-açúcar e a ocupação desordenada do espaço urbano, influenciaram diretamente no aumento problemas socioambientais.

Conforme o mapa de Uso do Solo de Ribeirão Preto (figura 17) pode-se verificar uma compartimentação do uso do solo em sete categorias.

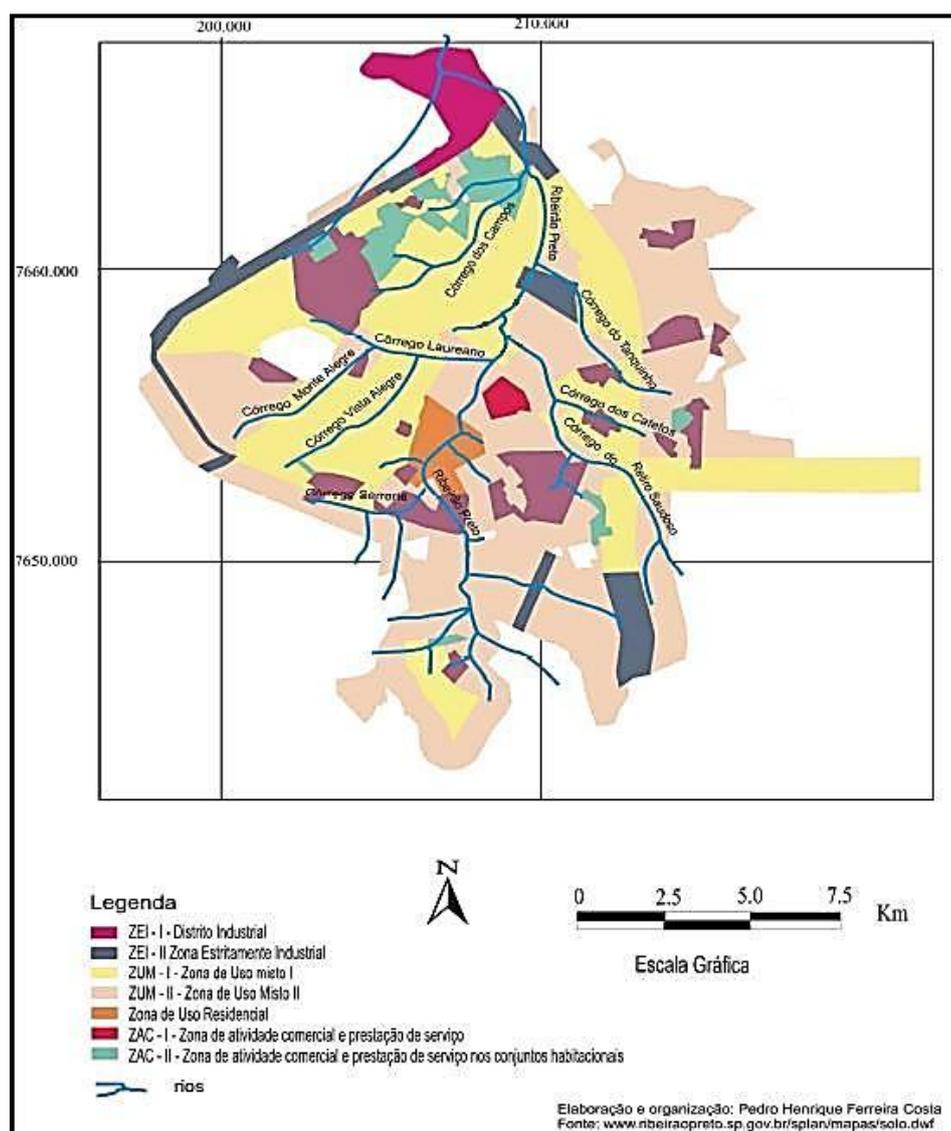


Figura 17 – Ribeirão Preto – SP: regiões urbanas.  
 Fonte: MAIA, 2007.

As categorias estão delimitando zonas estritamente industriais; zonas de uso residencial e zona de uso comercial ou de uso misto (residencial, industrial e comercial).

As zonas de uso misto (ZUM I e II) ocupam praticamente toda área urbana de Ribeirão Preto. São nestas áreas que se localizam as principais áreas de inundação da cidade e onde ocorre a maioria dos problemas relacionados a saneamento e proliferação de doenças de veiculação hídrica. Já a verticalização urbana é encontrada em grande parte da área central, principalmente concentrada na zona de uso residencial (Figura 18).



Figura 18 – Ribeirão Preto-SP: perspectiva aérea da região central.

Fonte: MAIA, 2007.

A morfoestrutura da superfície de estudo é caracterizada pela presença de terrenos sedimentares do Devoniano ao Cretáceo e com forte ocorrência de rochas vulcânicas, preferencialmente do sul da bacia formadas no Jurássico-Cretáceo. As altitudes encontram-se entre 500 e 700 metros (MAIA, 2007).

Em relação ao clima, Ribeirão Preto apresenta uma tipologia climática bem definida conforme MONTEIRO (1973), característica observada em dois grandes períodos: outono/inverno (seco e com predomínio de temperaturas mais amenas) com predomínio de sistemas polares e tropicais e primavera/verão (chuvoso e com temperaturas mais elevadas) com predomínio de sistemas equatoriais e tropicais.

Como em grande parte das áreas urbanas do Estado de São Paulo, ocorrem episódios de enchentes e inundações durante o período de primavera/verão, fator importante no contexto da formação de criadouros de vetores de doenças.

Os sistemas atmosféricos mais atuantes na cidade são a Massa Polar Atlântica, Massa Tropical Atlântica e Massa Tropical Continental, predominantes na maior parte dos dias, podendo ocasionalmente provocar chuvas convectivas.

As chuvas mais torrenciais, porém, são geradas pela ação da Zona de Convergência Intertropical (ZCAS), fenômeno conhecido pela formação de intensa nebulosidade, orientada no sentido NW-SE, que se estende do sul da Amazônia ao centro do Atlântico Sul.

Além disso, a formação de células de convecção típicas do verão, que usualmente são de pequena dimensão horizontal, porém, com taxa de precipitação acima de 10 mm/h, explicadas pelos mecanismos do local, que formam as nuvens de chuva denominadas cúmulo nimbo (CB), também contribuem para os episódios intensos de precipitação durante a primavera/verão.

Como pode ser observado no Gráfico 05, referente ao climatograma médio mensal do município, para a normal climatológica 1961-1990, os maiores totais pluviais ocorreram entre os meses de outubro e março, bem como os valores altos mais altos de temperatura.

A diminuição das chuvas começa com a chegada do outono em abril e maio, e se amplifica durante o período do inverno, de junho a agosto, quando também a temperatura média diminui, caracterizando um inverno frio e seco. No mês de setembro, as chuvas iniciam-se com maior força, pela atuação dos sistemas equatoriais e polares.

Pela distribuição do total mensal das chuvas, verificou-se que a partir do mês de março até novembro o município entra em um período de estiagem com a diminuição dos totais pluviais em março, abril e maio, redução dos totais de chuva nos meses de inverno e início da primavera: junho, julho, agosto e setembro.

Em outubro ocorreu um pequeno aumento dos totais pluviais que é crescente nos meses seguintes, durante o verão, em que a ZCAS atua na região junto com as frentes advindas do Sul, provocando chuvas frequentes na cidade.

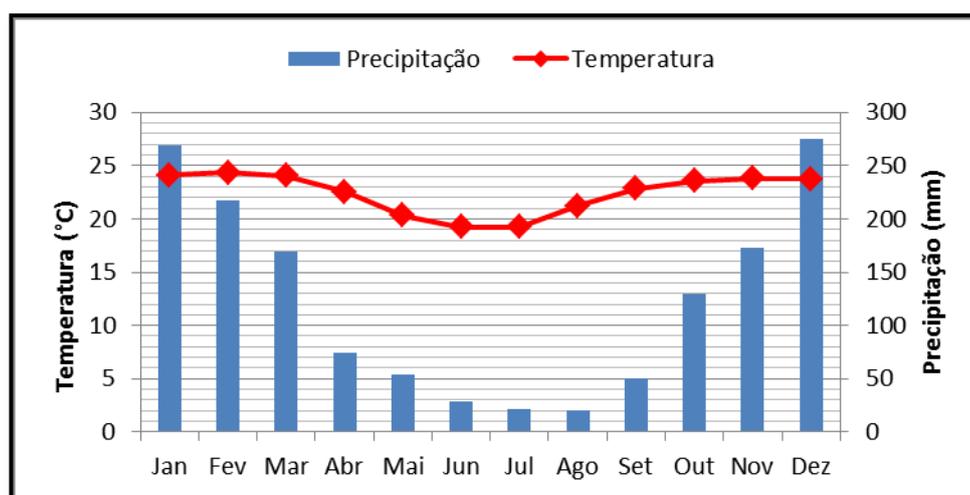


Gráfico 05 – climatograma de Ribeirão Preto.

Fonte: IAC.

#### 4. CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM CAMPO GRANDE/MS, MARINGÁ/PR E RIBEIRÃO PRETO/SP

Neste capítulo serão abordados os aspectos referentes à relação entre os condicionantes socioambientais (modo de vida, disposição de resíduos e ações sanitárias das secretarias de saúde) e o clima urbano das cidades estudadas, preconizando neste último a aquisição de dados de temperatura e precipitação, a fim de detectar a formação de condições climáticas favoráveis à reprodução e atuação do vetor, correlacionadas a existência (e influência) das ilhas de calor.

Para a análise serão utilizados os dados levantados nas visitas técnicas de campo, que englobaram cinco no total: duas em Campo grande, duas em Ribeirão Preto e uma em Maringá.

##### 4.1. CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM CAMPO GRANDE/MS

Conforme já fora descrito anteriormente, foram efetuadas duas viagens técnicas à Campo Grande para coleta de dados climáticos e epidemiológicos.

A primeira viagem técnica, de caráter experimental, serviu para efetuar visitas a secretarias de saúde e acompanhamento de agentes da saúde em campo, definindo o primeiro contanto com as fontes para as coletas de dados relativas às notificações de dengue, além de analisar os ambientes propícios à criação e reprodução de focos do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da doença.

Uma das dificuldades enfrentadas em relação a Campo Grande foi que não existiam trabalhos e levantamentos efetuados sobre as relações entre o clima e a dengue para a cidade, tornando a presente investigação pioneira neste aspecto.

No dia 06/04/2010 foi feita a primeira visita ao setor de epidemiologia da Secretária Municipal de Saúde de Campo Grande, com intuito de conhecer as estratégias de combate ao vetor no município.

Como a cidade também é capital do Estado, é possível contatar tanto as secretarias municipais quanto as estaduais para investigação.

A articulação destas esferas, nas ações práticas, são essências para a solução da problemática da dengue, pois o entendimento da manifestação desta

enfermidade só é possível através de um estudo aprofundado dos fatores ambientais e sociais em diversas escalas, tanto da local, regional, estadual e nacional.

A dispersão do mosquito vetor da doença não se restringe as delimitações territoriais administrativas, mas sim a características ambientais como o clima e a urbanização. A circulação de pessoas e de sorotipos também se caracteriza como um fator importante para a difusão das epidemias, sendo assim, pertinente a análise inter e intra-municipal.

Nos dias subsequentes foram realizadas pesquisas na biblioteca central da Universidade Federal de Campo Grande, com intuito de buscar referenciais teóricos a respeito da manifestação da dengue no município pesquisado.

Também foi realizada uma visita as principais áreas de risco para o desenvolvimento dos criadouros de evolução e reprodução do *Aedes aegypti*, denominados pelos agentes de saúde da dengue com pontos estratégicos (PEs).

O campo foi planejado juntamente com Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), onde se encontra a base de operações dos agentes da dengue, responsáveis pelo controle da infestação do mosquito vetor da doença. Percorreram-se algumas áreas críticas, priorizadas pelos agentes por serem de difícil controle da doença.

Na primeira parada da visita, foi encontrado um extenso terreno que servia como depósito de material descartado, provenientes das residências de todo bairro Aero Rancho (Figura 19 e 20). Os agentes da dengue, nos últimos anos, atuaram com medidas preventivas e conseguiram reduzir a quantidade de material abandonado, no entanto, mesmo com as campanhas de controle sobre a proliferação de focos do vetor da dengue no terreno citado, este ainda apresentava material acumulado, encontrado “á céu aberto”.



Figura 19 – Campo Grande-MS: lixo a céu aberto no bairro Aero Rancho.



Figura 20 - Campo Grande - MS: despejo irregular de entulhos no bairro Aero Rancho.

Devido à alta variedade de recipientes propícios para a manutenção do ciclo reprodutor do *Ae. Aegypti*, indo de sofás a garrafas PET, os agentes consideraram a área de alto risco para a manifestação da dengue, principalmente porque se localizava no centro de um bairro com alta densidade demográfica e margeado por uma avenida considerada importante para a articulação urbana com os bairros adjacentes, fatores que auxiliam os processos de difusão epidemiológica.

Em um dos locais visitados, o agente de saúde chamou a atenção para a localização do material descartado, pois este estava exposto a poucos metros de duas creches.

Os terrenos baldios não foram os únicos lugares considerados áreas de risco devido ao acúmulo de “lixo” de forma inadequada e conseqüentemente dos focos de criadouros do mosquito vetor da dengue. Algumas ruas que margeiam córregos ou fundos de vale, também apresentaram as mesmas características, como por exemplo, no Loteamento Guanandi II.

Outra área de risco, caracterizada como PEs são as borracharias e recicladoras de pneus, devido ao acúmulo desse material em áreas sem cobertura. O armazenamento de pneus em áreas cobertas também pode se tornar um problema, porque muitos já vêm com reservatórios de água e ovos dos locais de origem, e acabam sendo empilhados sem nenhum cuidado com os possíveis focos de criadouros do *Aedes aegypti* existentes.

Segundo os agentes de saúde, existe especificamente uma recuperadora que torna o controle da dengue mais difícil, se comparada às demais do município. Sua

localização é de risco porque se situa em um bairro com alta densidade demográfica. Além disso, um dos grandes problemas apresentados é a quantidade de pneus estocados (figura 21):



Figura 21 – Campo Grande - MS: recicladora de pneus localizada no bairro Jardim Tarumã.

Mesmo que uma grande parcela dos pneus estivesse em área coberta, a existência de perfurações no telhado, os quais em dias de chuva, possivelmente permitiam a passagem da água, facilitavam a manutenção dos reservatórios de água em alguns pneus.

Os recicladores de lixo se enquadram em outro perfil bastante preocupante para os agentes da dengue. Muitos se concentram no mesmo bairro, este de baixa renda e sem algumas das infraestruturas urbanas básicas, como asfalto e rede de esgoto. O entorno das residências de muitos recicladores são caracterizadas por inúmeras pilhas de resíduos considerados ótimos para a evolução do *Aedes aegypti*.

Dentre os sorotipos circulantes, a coordenadora do setor da Vigilância Epidemiológica informou que o município registrava casos pelo DEN-1 e DEN-2, diferente da epidemia de 2007, a maior já registrada, quando o sorotipo circulante se caracterizava pelo DEN-3.

A visita técnica à Campo Grande também envolveu a coleta de dados climáticos através da instalação prévia de estações meteorológicas automáticas, a fim de auxiliar na compreensão da dinâmica climática urbana.

No período da tarde do dia 06/04/10 foi realizada a primeira instalação das estações climatológicas digitais. O objetivo da fixação das estações consistiu na

busca de um conhecimento prévio e empírico da dinâmica das temperaturas locais do município de Campo Grande, em semanas de picos epidemiológicos.

As estações foram instaladas em ambientes com características climáticas locais diferenciadas, desde áreas bem arborizadas até áreas com alta impermeabilidade devido à urbanização.

Durante os dias da pesquisa foram utilizados métodos para a obtenção de dados climáticos locais através da utilização de estações meteorológicas digitais, juntamente com o levantamento dos dados meteorológicos oficiais do município, auxiliando na calibração dos dados e na análise das características climáticas favoráveis para a manutenção de um ambiente propício para reprodução do vetor da dengue.

As estações meteorológicas digitais utilizadas para coleta eram compostas por: termômetros, higrômetros, anemômetros e pluviômetros, todos capacitados para o registro de mínimas e máximas diárias.

A primeira estação foi fixada na Secretaria de Segurança do Estado do Mato Grosso do Sul, onde às características climáticas locais eram bastante influenciadas pelas áreas verdes do entorno (Parque dos Poderes).

Ainda no período vespertino do dia 06/04/2010, foi realizada a instalação de outra estação, localizada no pátio da Secretaria de Municipal de Saúde, no centro da cidade, área caracterizada por alta verticalização e alto grau de impermeabilidade.

No final do período vespertino do dia 06/04/2010, foi fixada a estação destinada à coleta de dados climáticos locais da área industrial de Campo Grande.

Durante o período matutino do dia 07/04/2010 foi instalada a última estação, esta destinada a uma área peri-urbana, instalada em um campo de golfe. Com todas as estações instaladas foi possível armazenar dados meteorológicos das seguintes áreas: urbana arborizada, urbana com alto grau de impermeabilização, industrial e peri-urbana.

Devido ao baixo número de estações e de dias de coleta, não foi possível analisá-los ou gerar qualquer material com os dados obtidos.

Por outro lado, a primeira expedição foi de suma importância para levantar possíveis intempéries nos levantamentos futuros, assim como dar melhor embasamento nas prospecções e aumentar a eficiência do trabalho de campo.

Sendo assim, o levantamento efetuado em 2012 apresentou um índice de eficiência mais satisfatório, coletando o montante de uma semana de dados

meteorológicos provenientes de 06 pontos de coleta, com 05 estações automáticas e 01 do Inmet.

Nesta segunda etapa a coleta foi efetuada por Estações automáticas WS-2812 Lacrosse, equipamentos mais completos e com sensores de temperatura, umidade, pressão, chuva e ventos.

Todos os equipamentos foram instalados de forma padronizada, em abrigos meteorológicos de PVC, a 1,5 metros de altura em relação ao solo. Os termômetros foram pré-programados para coletar informações em intervalos horários. O período de coleta teve duração de sete dias.

Os critérios de coleta utilizados levaram em consideração todos os aspectos pertinentes ao estudo do clima urbano, representando assim realidades distintas nas áreas nas quais os equipamentos foram instalados (Figura 22).

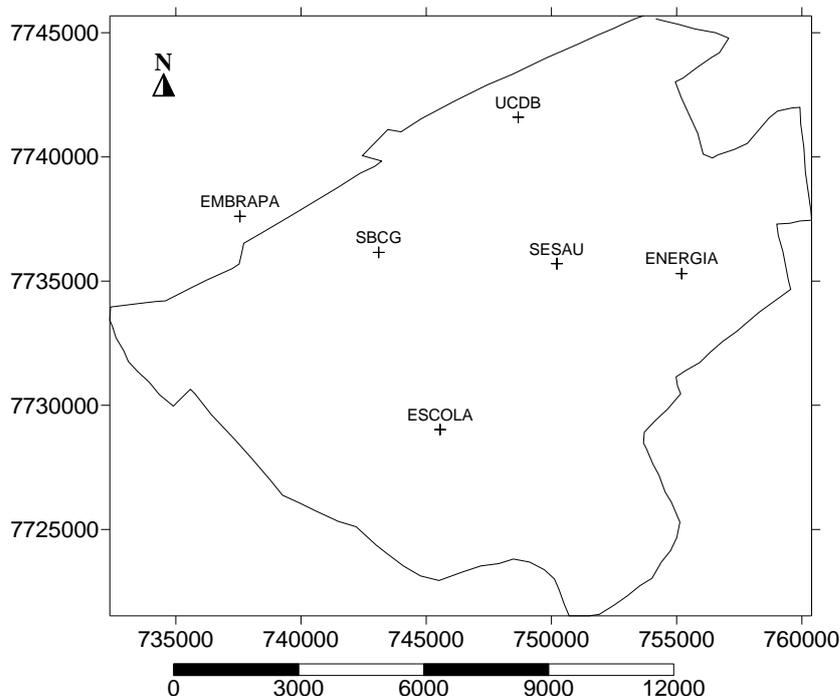


Figura 22 – Campo Grande – MS: limite da área urbana e localização das estações meteorológicas em 2012.

Segundo CASTELHANO et al (2012), mini-abrigos confeccionados em PVC (figura 23) apresentam alta confiabilidade quanto aos resultados nas medições de temperatura efetuadas com sensores digitais, tanto comparados aos dados oficiais quanto aos dados coletados em abrigos de madeira experimentais.

A título de exemplo, serão apresentadas a seguir duas das áreas onde os equipamentos foram instalados: a figura 23 mostra o equipamento instalado na Zona

Norte da cidade (campus Faculdade Dom Bosco), área considerada de baixa densidade populacional e urbanização, próxima do limite urbano-rural.



Figura 23 – Campo Grande – MS: estação meteorológica automática instalada na zona norte em 2012.

Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) e Google Earth (2012).

Na figura 24 observa-se o equipamento instalado na área central de Campo Grande, objetivando assim coletar informações mais precisas da área mais densamente povoada, urbanizada e verticalizada do município, possibilitando assim identificar inclusive a existência de ilha de calor (IC).



Figura 24 – Campo Grande – MS: estação instalada na área central em 2012.

Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) E Google Earth (2012).

Em relação à aplicação das equações de risco do projeto SACDENGUE, os resultados demonstraram que as áreas no entorno do centro da cidade (bairros) apresentam riscos elevados de proliferação da dengue se comparados a área mais urbanizada e verticalizada.

Por concentrar temperaturas mais elevadas devido ao efeito da ilha de calor, a área central desfavorece a proliferação do mosquito porque mantém as temperaturas acima do patamar ideal para sua rápida proliferação, que ocorre na faixa de 22 a 30°C segundo BESERRA (2006).

Isso pode ser observado no Gráfico 06 onde o posto mais central (SESAU) apresenta porcentagem baixa de horas dentro da faixa de alto risco se comparado aos demais pontos, pois a temperatura no local permaneceu acima de 30°C, alcançando inclusive valores muito acima do tolerável para o vetor.

Os bairros apresentam maior número de horas dentro da faixa de risco alto (Aeroporto 74%, Embrapa 65%, Energia 56%). No Gráfico 06 é explicitado este resultado:

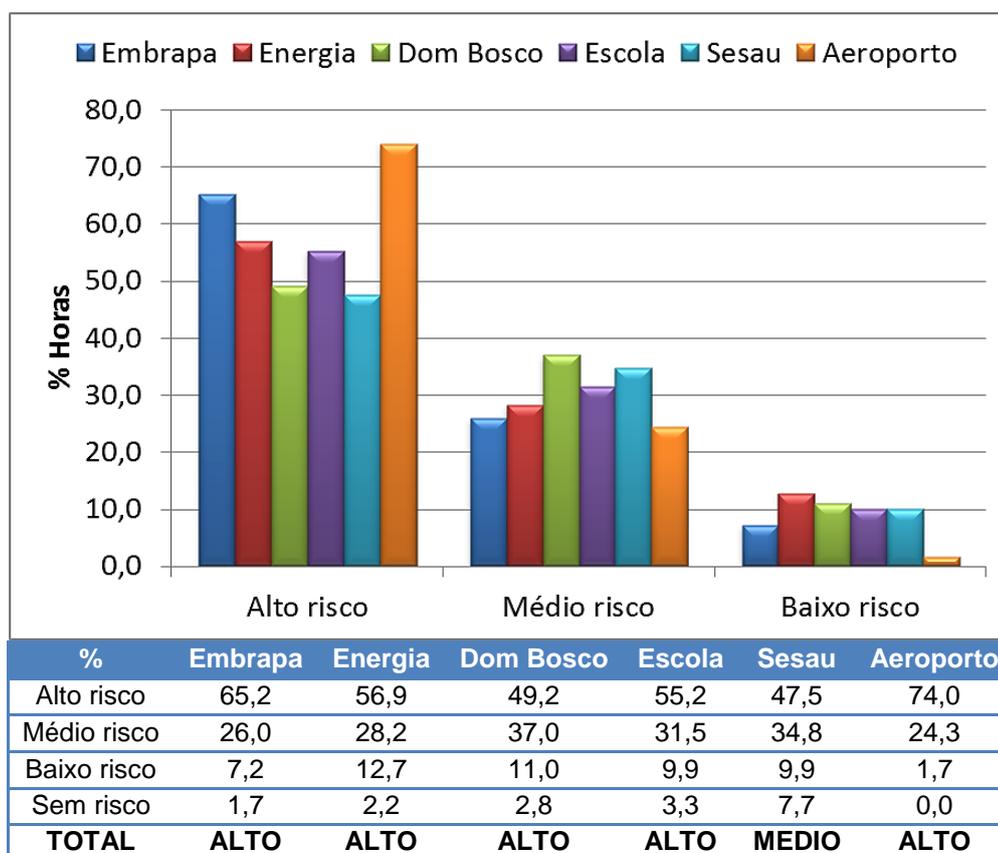
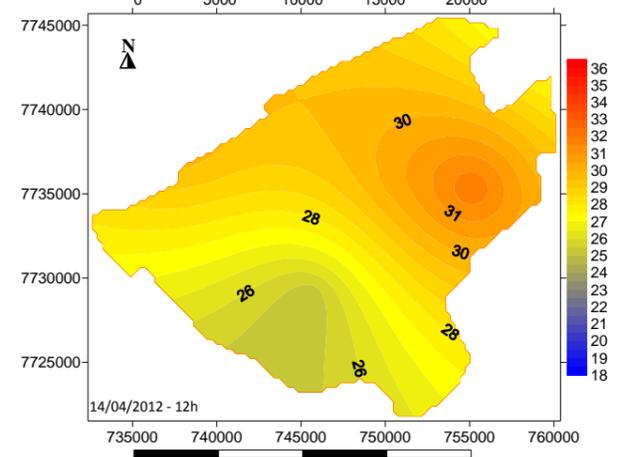
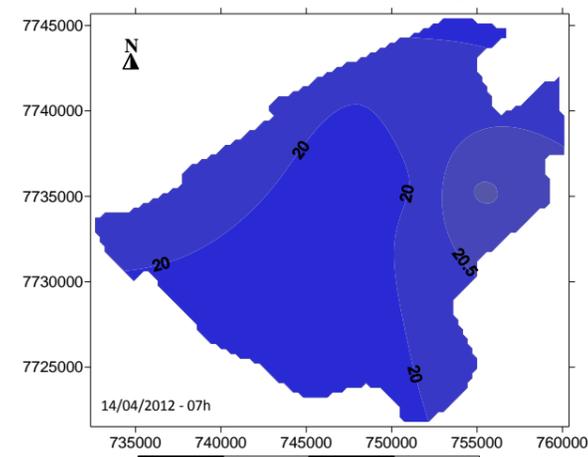
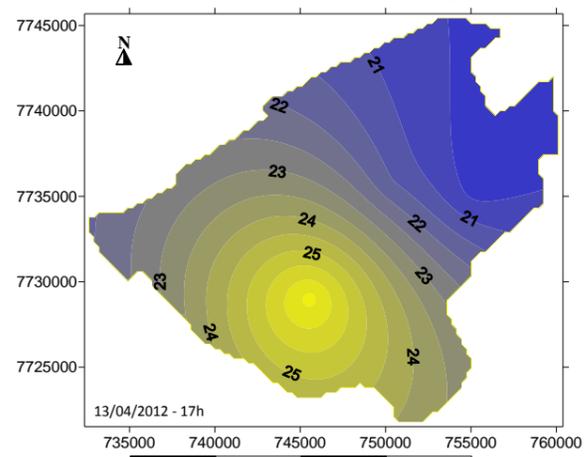
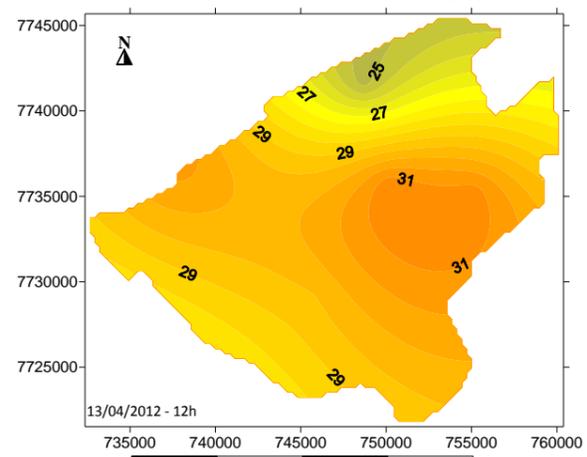
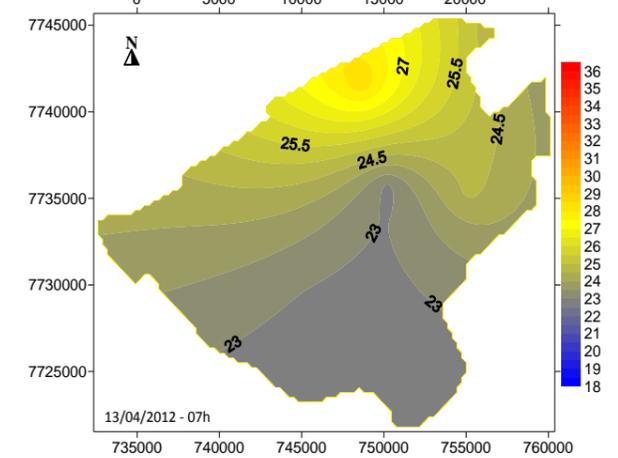
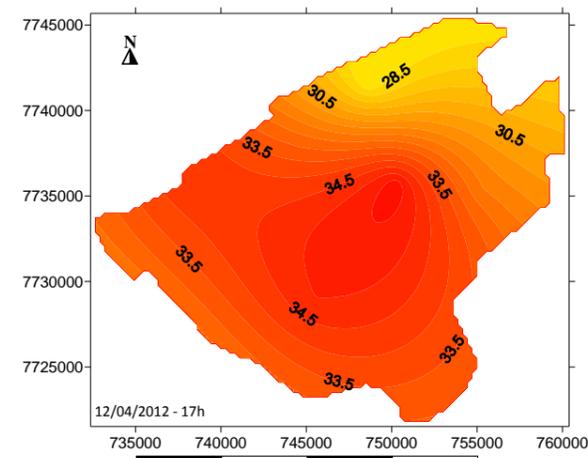
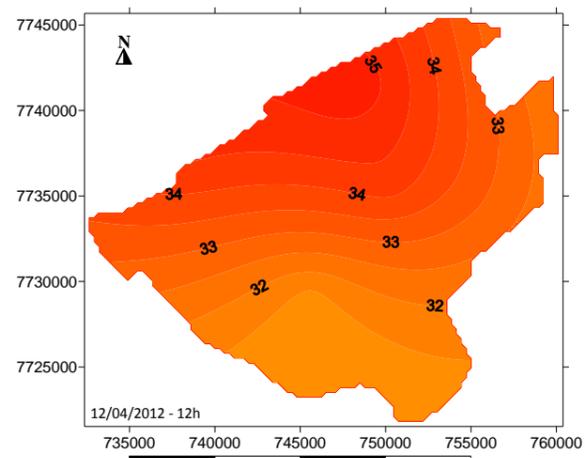
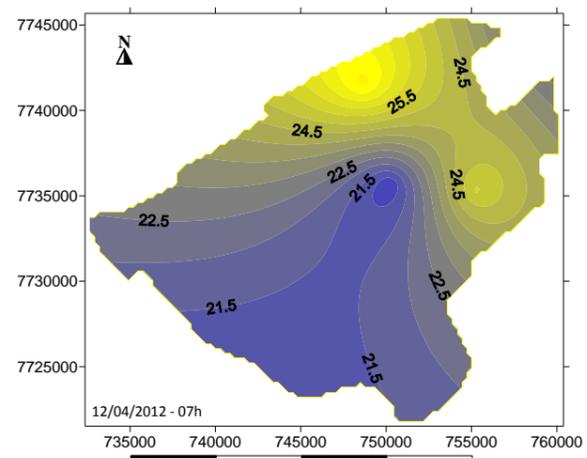
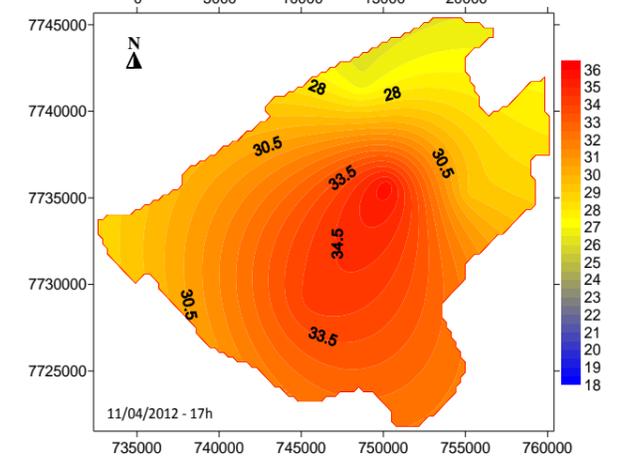
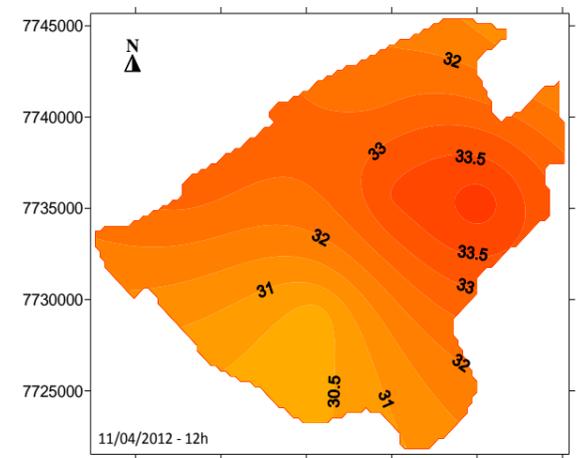
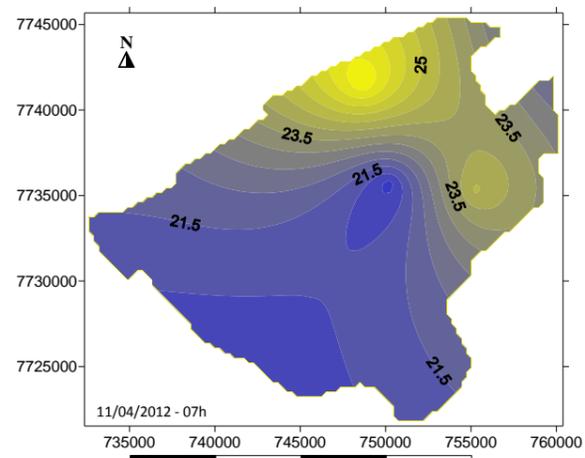
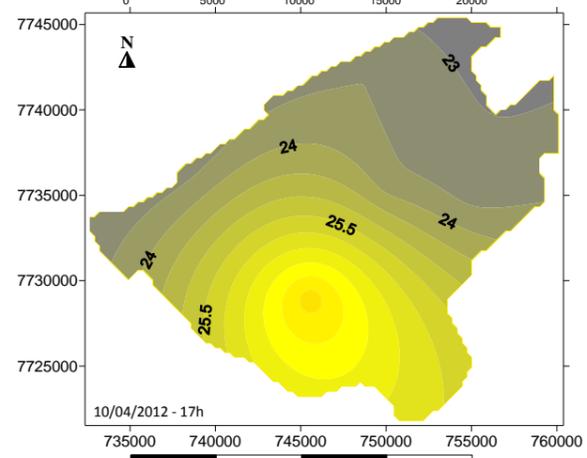
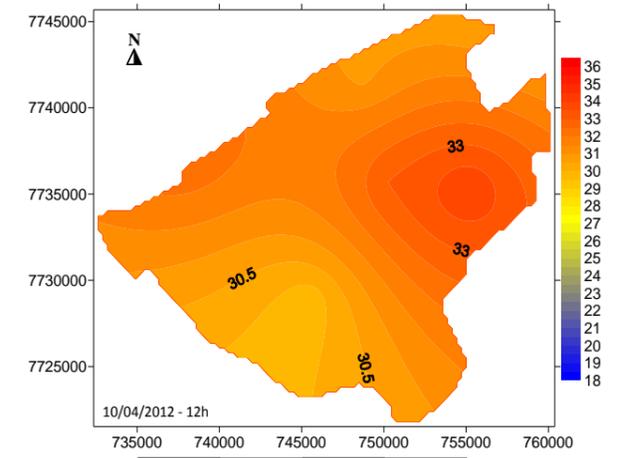
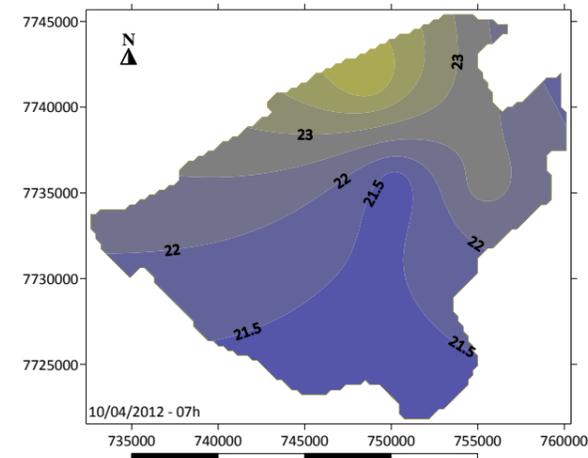
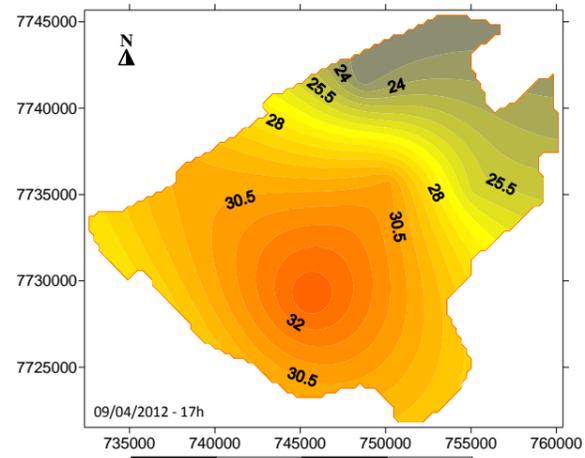
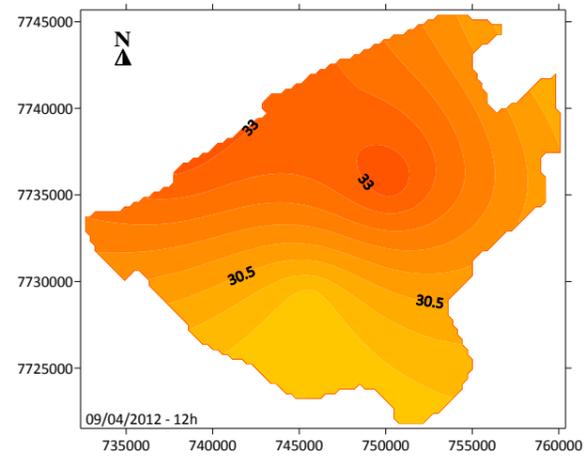


Gráfico 06 – temperatura do ar e risco de dengue na área urbana de Campo Grande – MS.

Cabe lembrar, porém, que o maior aquecimento central pode, através do efeito de “pluma de calor”, incrementar a temperatura das áreas periféricas, fator também evidenciado pelas cartas de isotermas e na modelagem climática por satélite (termografias das Figuras 25 e 26), pois demonstram a concentração das temperaturas mais elevadas na área central, em detrimento das áreas externas à mancha urbana (com temperaturas mais baixas).

Assim, para o caso específico de Campo Grande, podemos inferir que o nível intermediário da ilha de calor (que compreende a área dos bairros até o limite com o rural) apresenta maior potencial de proliferação da doença se comparada a área mais central, reforçando as informações levantadas com a secretaria de saúde de que bairros como Aero Rancho e Tarumã são os que apresentam o maior número de casos durante as epidemias.



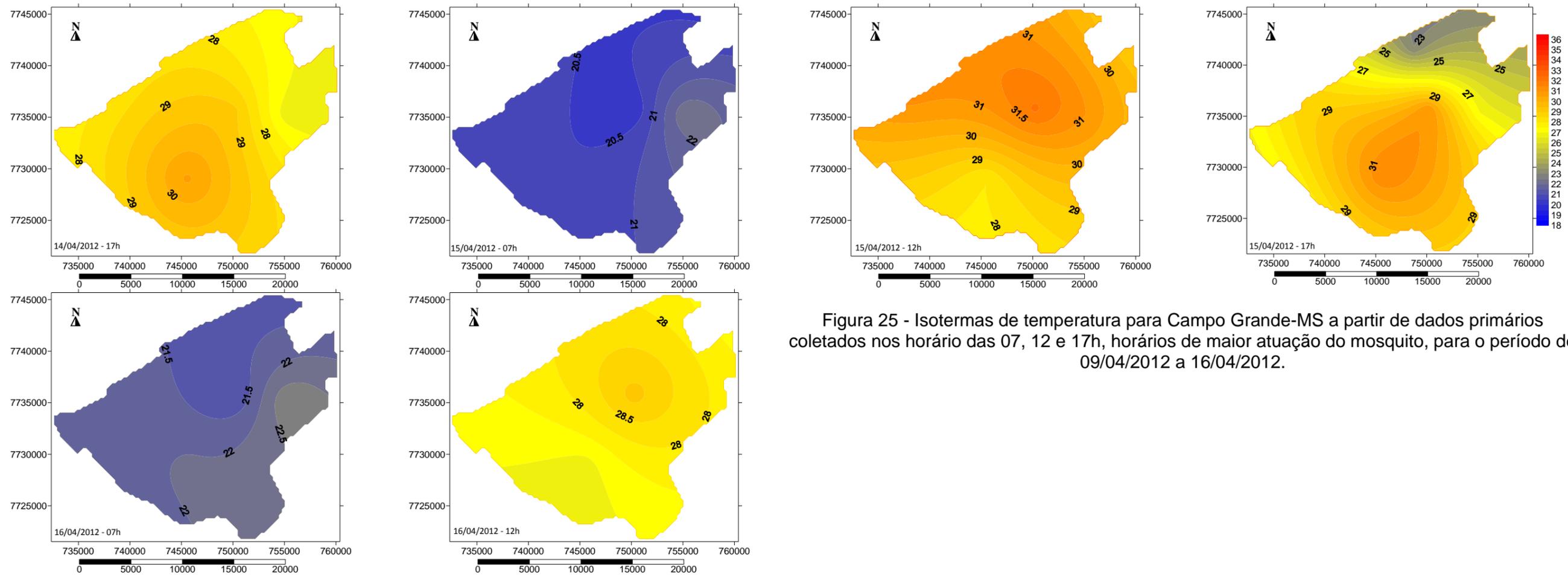


Figura 25 - Isothermas de temperatura para Campo Grande-MS a partir de dados primários coletados nos horários das 07, 12 e 17h, horários de maior atuação do mosquito, para o período de 09/04/2012 a 16/04/2012.

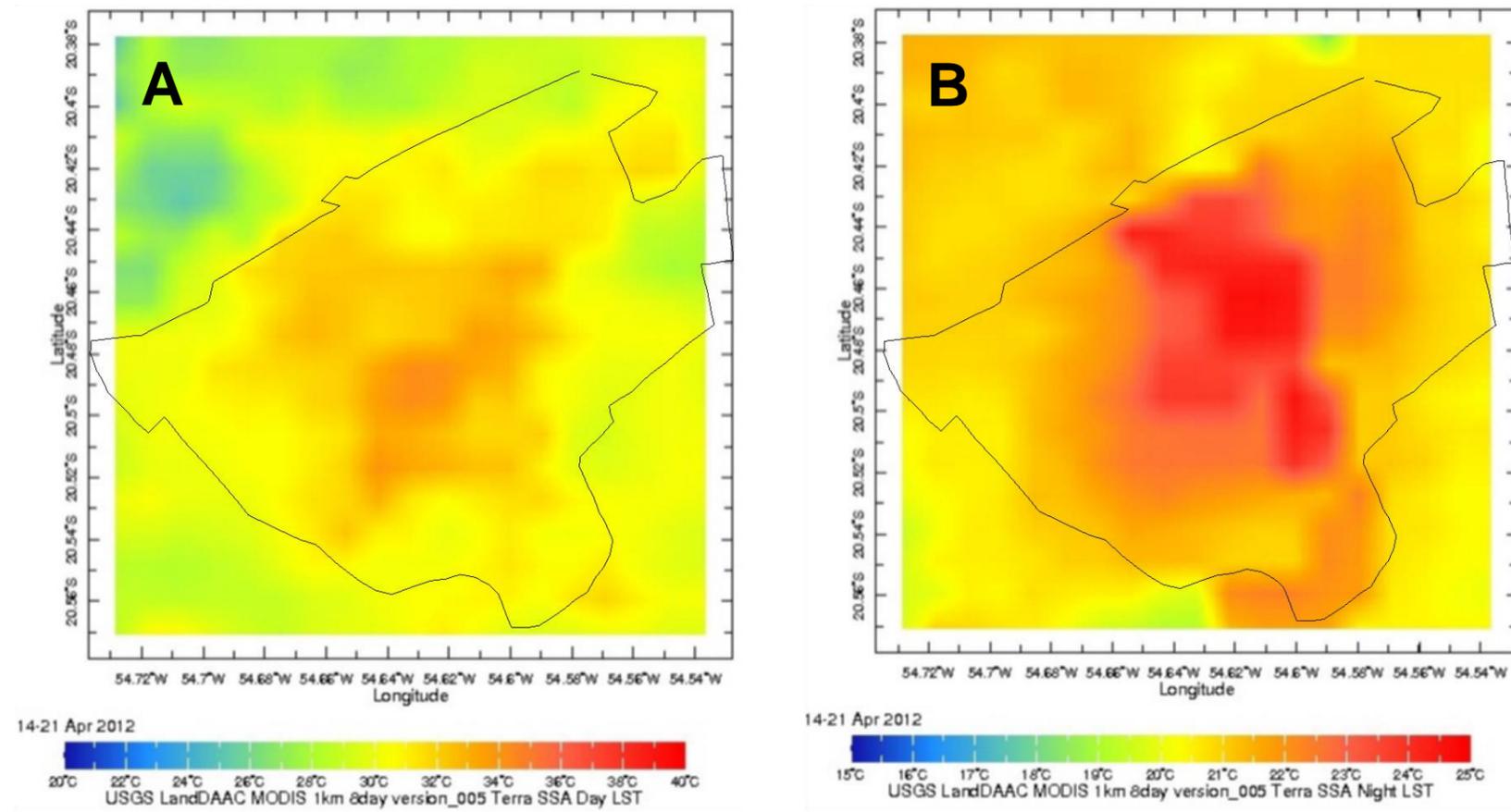


Figura 26 A e B - modelagem climática da temperatura média de Campo Grande-MS a partir de dados do satélite (MODIS-LST) para período diurno (A) e noturno (B) de 14 a 21/04/2012 .

#### 4.2. CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO NA AUC-MARINGÁ-PR

Na visita técnica à cidade de Maringá em 2012 foram efetuados os mesmos procedimentos utilizados em Campo Grande/MS para instalação das estações meteorológicas automáticas.

Porém, não foram feitas visitas junto aos agentes de saúde nos locais considerados de alto risco epidêmico. Neste caso, utilizaremos o levantamento efetuado por AQUINO JR (2010) para discorrer sobre as questões referentes ao trabalho das secretarias de saúde e na AUC-Maringá, pois abrangem o mesmo período analisado neste estudo e pertencem ao mesmo projeto de pesquisa.

Assim, AQUINO JR (2010) ressalta que nas duas visitas técnicas realizadas na AUC-Maringá (2007 e 2009) o objetivo foi acompanhar os agentes no rastreamento de focos do vetor da dengue pelos bairros e no tratamento dos pontos estratégicos.

Ainda segundo o autor, no caso de Sarandi as atividades de campo foram comprometidas porque a cidade estava sem agentes da dengue em atividade. Com o término contratual dos agentes em 2009, a cidade não elaborou um novo concurso para contratações. De setembro de 2009 até fevereiro de 2010, não havia profissionais em atividade para o acompanhamento das pesquisas.

Sobre as residências, os tipos de habitação e modo de vida variam bastante, tanto em Maringá como em Sarandi e Paiçandu. No entanto, o problema relacionado à dengue não envolve tanto o tipo de habitação dos indivíduos, mas sim o modo de vida. Mesmo entre as casas caracterizadas por moradores com baixo poder aquisitivo, há diferenciações do tipo de tratamento que o morador tem com os recipientes propícios ao desenvolvimento de criadouros do mosquito vetor da dengue (figura 27).



Figura 25 – Paçandu – PR - habitação de baixa renda - quintal com recipientes propícios ao desenvolvimento do vetor da dengue.

Fonte: AQUINO JR (2010).

Outro grande problema encontrado nos locais visitados durante a coleta de campo está relacionado aos setores de planejamento urbano, que não oferecem melhorias nas infraestruturas públicas.

As cidades pesquisadas possuem terrenos baldios e lixões a céu aberto. Voçorocas<sup>13</sup> e ravinas<sup>14</sup> são encontradas e utilizadas como lixões pelos moradores que vivem em seu entorno (figura 28). Asfaltamentos deteriorados acumulam poças d'água, servindo como reservatórios de água parada, além da falta de abastecimento de água, coleta de lixo e saneamento de esgoto, os quais obrigam alguns habitantes a agir de maneira improvisada.

---

<sup>13</sup> Escavação ou rasgão do solo ou de rocha decomposta, ocasionado pela erosão do lençol de escoamento superficial (GUERRA *et al*, 2009, p.637)

<sup>14</sup> Sulcos produzidos nos terrenos devido ao trabalho erosivo das águas de escoamento (GUERRA *et al*, 2009, p.512).



Figura 26 – Paiçandu – PR - ravina cheia de entulhos em um bairro residencial.  
Fonte: AQUINO JR (2010).

Sobre os pontos estratégicos, estes merecem maior destaque porque, mesmo em períodos não epidêmicos, são as áreas que mais registram criadouros do mosquito, como também novos casos da doença. Todos os pontos estratégicos, também chamados de PE's, são visitados e rastreados com uma frequência quinzenal durante todo o ano, com exceção dos meses mais quentes e chuvosos, quando a periodicidade das visitas aumenta.

Um ponto estratégico bastante visado pelas secretarias de saúde está relacionado aos recicladores, tanto os agrupados em cooperativas, como aqueles que são autônomos (Figura 29), pois estes acumulam uma enorme quantidade de resíduos ideais para a produção de reservatórios de água. Em sua maioria, os recicladores não ocupam áreas cobertas, estando sujeitos às chuvas e às altas temperaturas, ótimas para a evolução do *Aedes aegypti*.



Figura 27 – Paiçandu, PR- recicladores autônomos.  
Fonte: AQUINO JUNIOR (2010).

A justificativa da maior parte dos recicladores, segundo AQUINO JR (2010), se pauta na afirmação da alta rotatividade dos materiais.

As borracharias, transportadoras (figura 30) e oficinas mecânicas também são consideradas como pontos de atenção, principalmente devido aos pneus que ficam estocados á céu aberto. De acordo com o supervisor de campo do combate à dengue de Maringá, a vistoria dos pneus se complica porque de acordo com o que é preconizado pelos programas de controle da doença, a vistoria só deve ser feita se o objeto em análise contiver água parada.



Figura 28 – Maringá, PR – depósito de pneus em empresa de transportes.  
Fonte: AQUINO JUNIOR (2010).

O autor também relata que após a epidemia de 2007, especificamente em Maringá, os agentes afirmaram que os recursos destinados ao trabalho de campo

melhoraram. A parceria com a prefeitura melhorou e as articulações com a secretaria de educação também tiveram avanços relevantes.

Em Sarandi e em Paiçandu ocorreu o processo inverso. Com a queda das notificações, as políticas locais diminuíram a quantidade de recursos para os programas de combate à dengue, e o número de contratações de agentes não foi renovado e nem substituído. Vale lembrar que em Sarandi o problema se agravou ainda mais, pois o número de agentes da dengue foi diminuindo até meados de 2010 até que não existisse nenhum.

Algumas questões a respeito dos condicionantes socioambientais locais intervenientes na dengue são influenciadas por diversos fatores, como: os padrões epidemiológicos internacionais da doença (circulações dos sorotipos), as adaptações do mosquito vetor a novos ambientes, as variações climáticas, os movimentos pendulares intermunicipais, os processos de difusão da doença intra-municipais, além dos aspectos socioeconômicos e culturais das populações que habitam as áreas vulneráveis e de risco desta enfermidade.

Por fim, Aquino Junior (2010, pg. 149) destaca que:

[...] outro fator importante para os estudos das enfermidades é que estas são difundidas através de um sistema produtor de desigualdades, mesmo dentro dos setores da saúde. Neste caso, a AUC-Maringá não se exclui desta lógica. A centralidade infraestrutural da cidade polo e os problemas decorrentes do processo de periferização de Sarandi e Paiçandu, juntamente com a ausência de uma padronização das ações básicas no combate a dengue, geram facilidades para a manutenção do vetor e do ciclo viral da doença.

Quanto aos dados meteorológicos coletados em campo, estes foram distribuídos de forma a representar diferentes tipos de uso do solo urbano (Figura 31), como demonstrado na figura 32 (zona norte da cidade), área considerada de média densidade populacional e urbanização, próxima do limite urbano-rural.

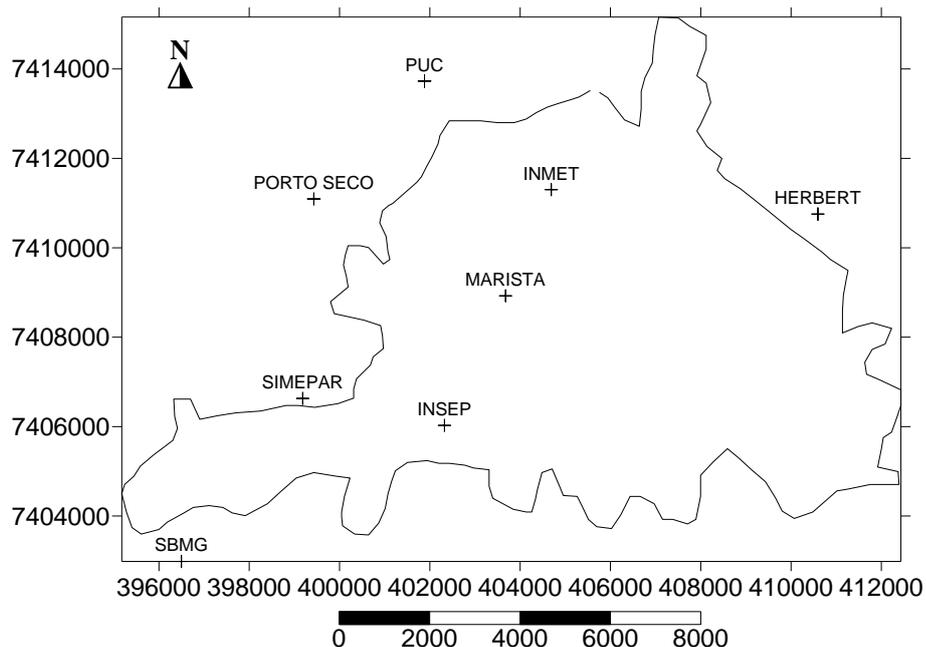


Figura 29 – AUC-Maringá - PR: localização das estações meteorológicas em 2012.



Figura 30 – Maringá - PR: estação instalada na zona norte (Faculdade PUC, centro da imagem).  
Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) E Google Earth (2012).

A área escolhida localizava-se no campus da PUC-Maringá, onde não só representava um ponto estratégico representativo da expansão urbana (limite urbano-rural) como também oferecia certa segurança para deixar os equipamentos sem um monitoramento assistido.

Na figura 33 observa-se o equipamento instalado na zona central de Maringá, objetivando assim coletar informações mais precisas da área mais densamente povoada, urbanizada e verticalizada do município, possibilitando assim identificar a existência de ilha de Calor (IC).



Figura 31 – Maringá - PR: estação instalada na Zona Central (Colégio Marista).  
 Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) e Google Earth (2012).

Na sequência, são destacados os equipamentos instalados nas regiões sul, leste (Sarandi) e oeste (divisa com Paçandu), figuras 34, 35 e 36, respectivamente.

Todos os abrigos foram afixados ao chão por grampos metálicos, evitando assim que sofressem queda facilmente, prejudicando a coleta de dados.



Figura 32 – Maringá - PR: estação instalada na Zona Sul (Faculdade Insep).  
 Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) e Google Earth (2012).

A estação instalada na região leste de Maringá (figura 35) serviu como ponto representativo da cidade de Sarandi, pois a mesma se situava no norte da cidade.



Figura 33 – Sarandi - PR: estação instalada no Norte (colégio Herbert de Souza), na divisa com a zona leste de Maringá.

Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) e Google Earth (2012).



Figura 34 – Maringá - PR: estação instalada na Zona Oeste (Porto Seco), divisa com Paiçandu.

Fonte: ROSEGHINI, W. F. F. (2012) e Google Earth (2012).

Em relação à aplicação das equações de risco do projeto SACDENGUE na AUC-Maringá, os resultados foram mais uniformes se comparados aos de Campo Grande, mas também demonstrando que as áreas no entorno do centro (bairros e área industrial) apresentam riscos elevados de proliferação da dengue quando comparados a área mais verticalizada (ex: Porto Seco 55,2%, Inmet 67,6%).

O efeito da ilha de calor na AUC-Maringá favorece a proliferação do mosquito de forma ampla, principalmente porque a cidade tem arborização elevada na área central devido à presença de dois grandes parques, dificultando, apesar do alto grau

de impermeabilização, que a temperatura alcance patamares desfavoráveis para o vetor (acima de 34°C) durante o ápice do verão (Janeiro e Fevereiro).

Durante o mês de março, porém, a concentração das temperaturas mais elevadas na área central ocorre apenas durante a noite, fazendo com que as áreas periféricas e rurais apresentem temperaturas mais elevadas que a área central. Este fator também é evidenciado pelas cartas de isotermas elaboradas com os dados de campo (Figura 37), mas são observáveis principalmente na modelagem climática por satélite (Figuras 38 A e B).

Esta situação encontra um precedente nos estudos feitos por MENDONÇA (1995), onde em sua tese sobre o clima urbano de cidades médias, com enfoque em Londrina, o autor verificou a mesma ocorrência, a qual atribuiu ao uso do solo rural no entorno da cidade pela inversão da ilha de calor.

O autor explica que, devido ao solo desnudo decorrente da transição entre o plantio da soja (cultura de verão) e do milho safrinha (outono), o aquecimento acaba se intensificando no entorno das cidades, criando na área urbana uma “ilha de frescor”. Além disso, a arborização expressiva na área urbana também favorece o arrefecimento da temperatura intra-urbana.

Segundo a Cooperativa de Maringá (COCAMAR, 2012), o período de fevereiro a março é de entressafra, ocorrendo a colheita da soja e o plantio do milho safrinha, favorecendo assim a exposição do solo até que o milho se desenvolva, mesmo que o plantio seja feito diretamente na palha (plantio direto). Assim, a situação detectada em Maringá assemelha-se ao estudo de MENDONÇA (1995).

No Gráfico 07 são explicitados os valores horários (%) em que a temperatura dos diferentes pontos de coleta permaneceu nas faixas de risco climático de dengue:

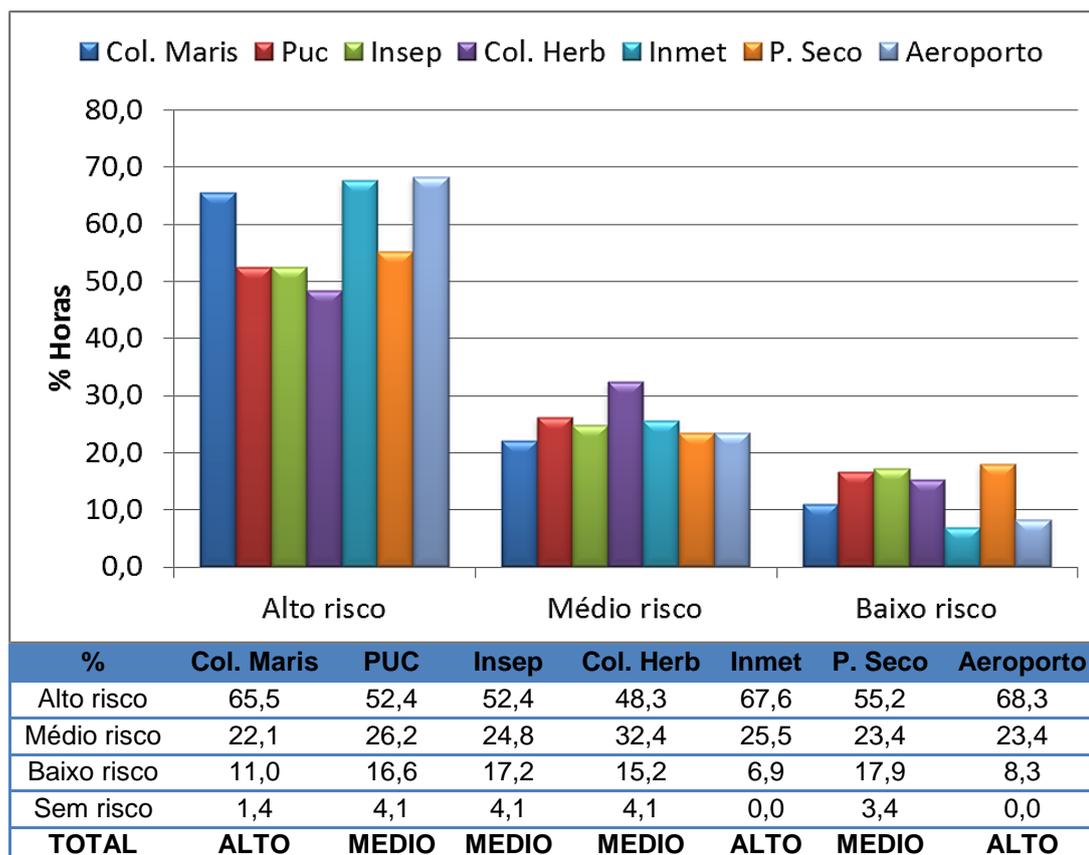
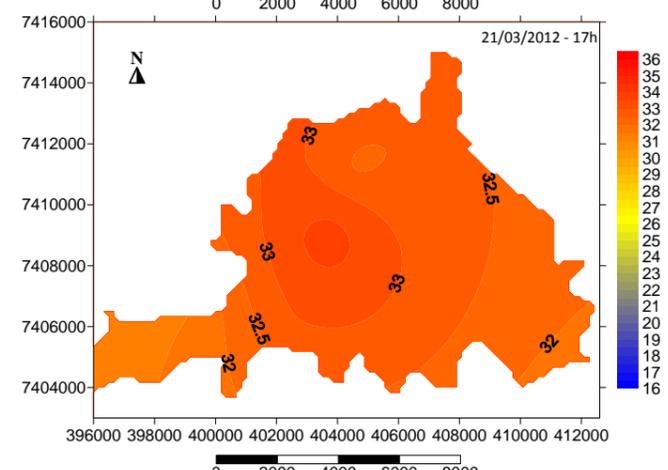
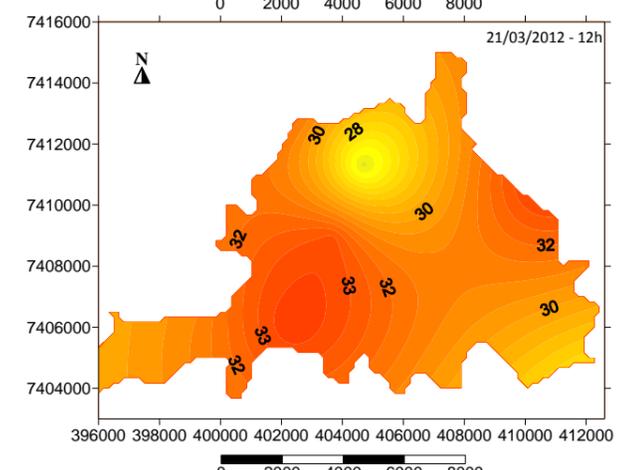
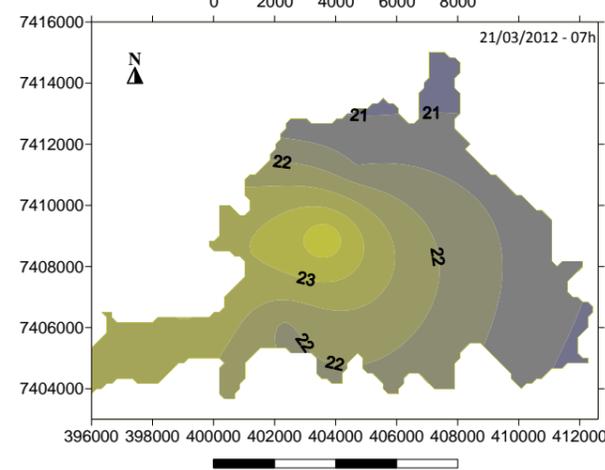
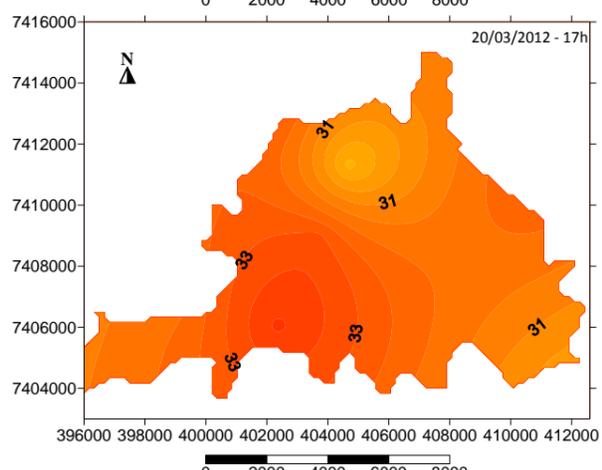
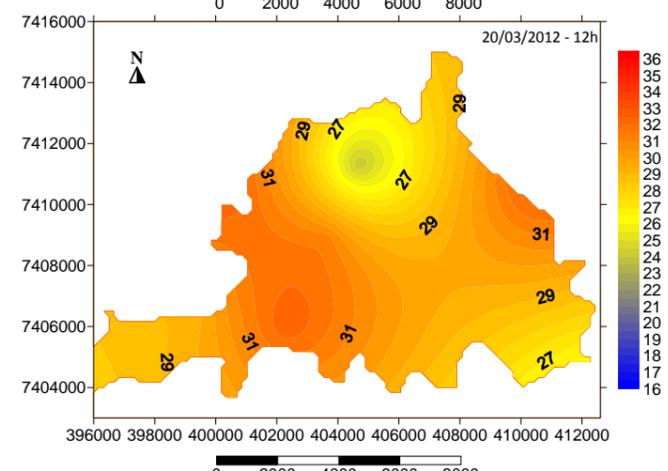
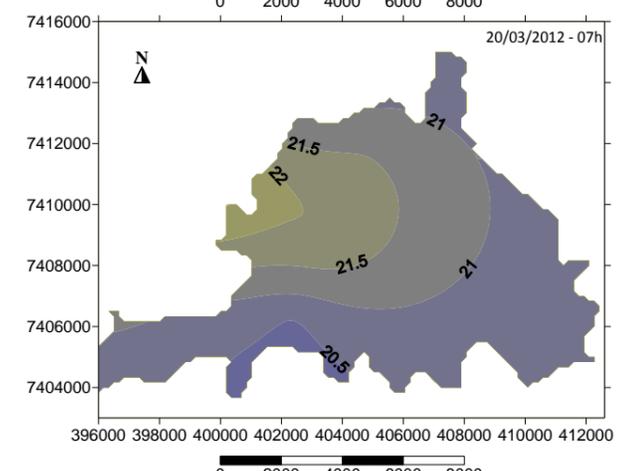
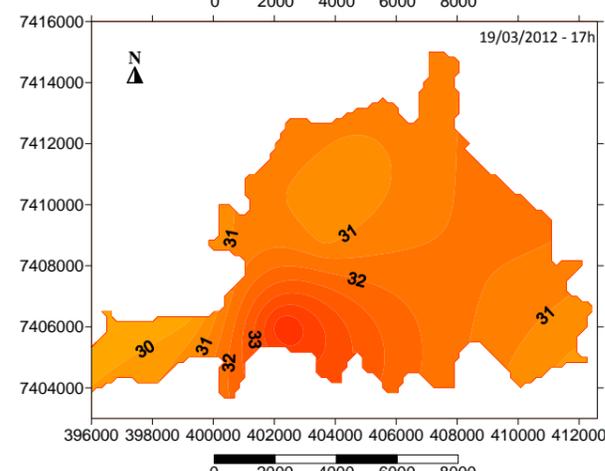
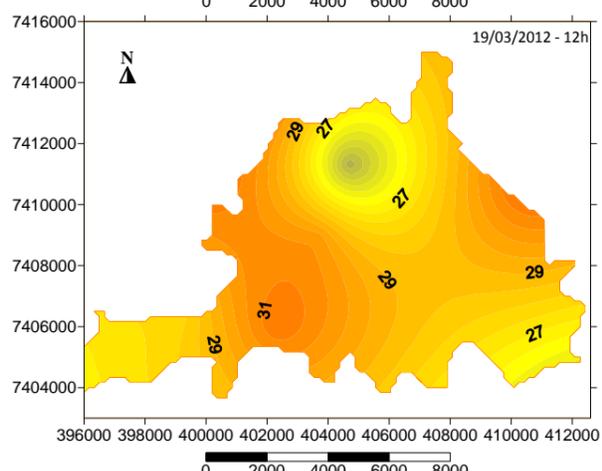
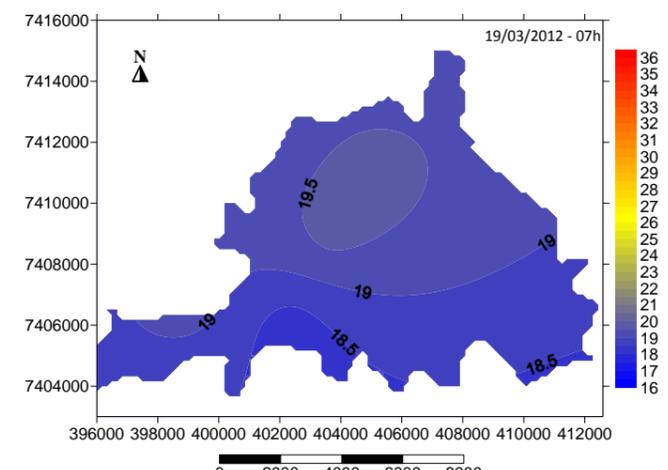
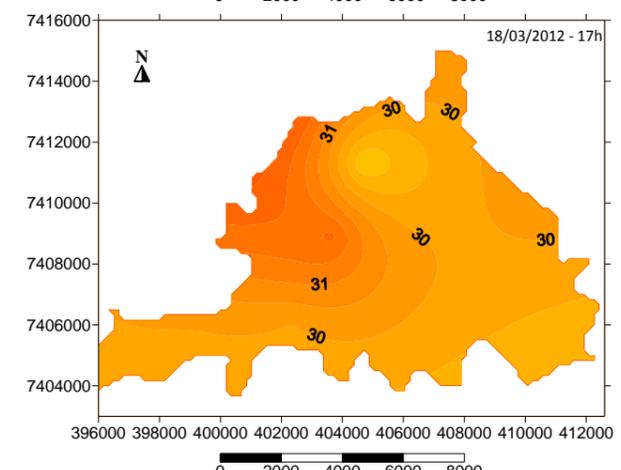
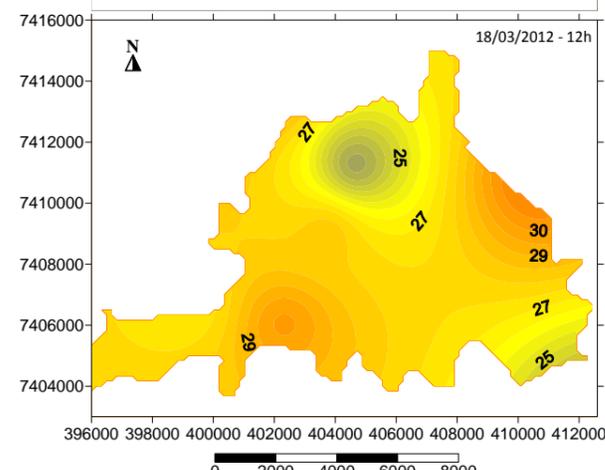
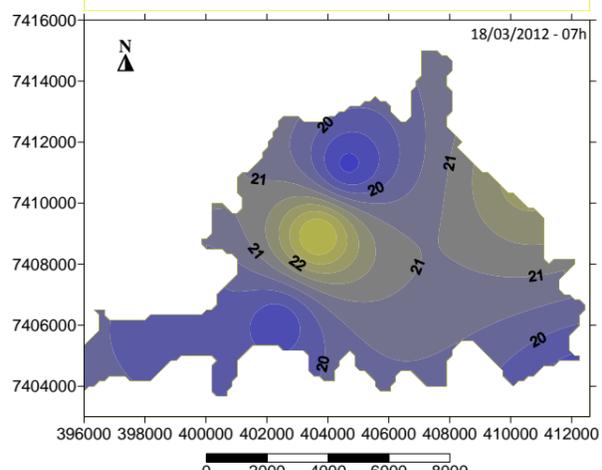
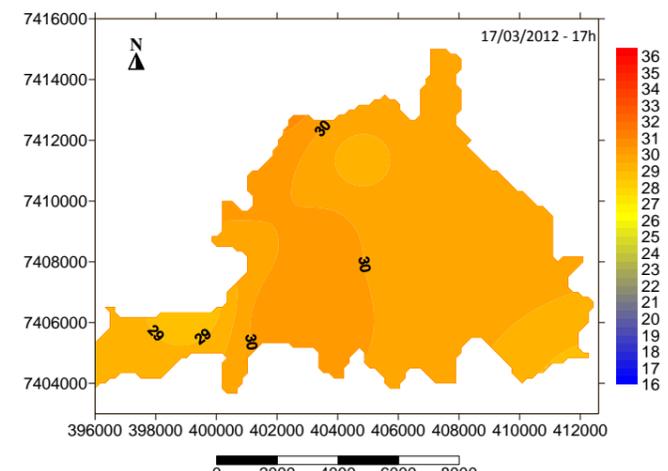
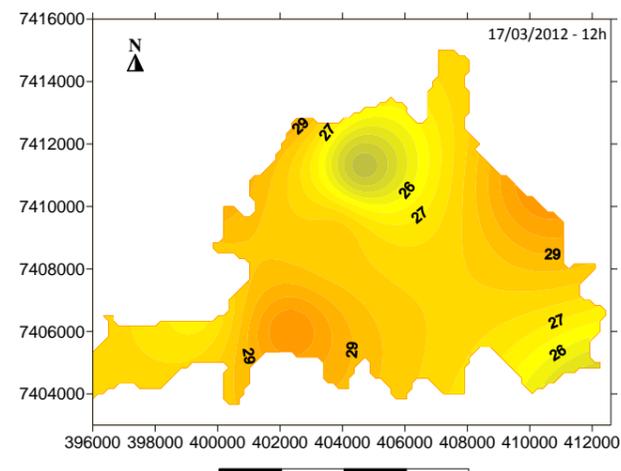
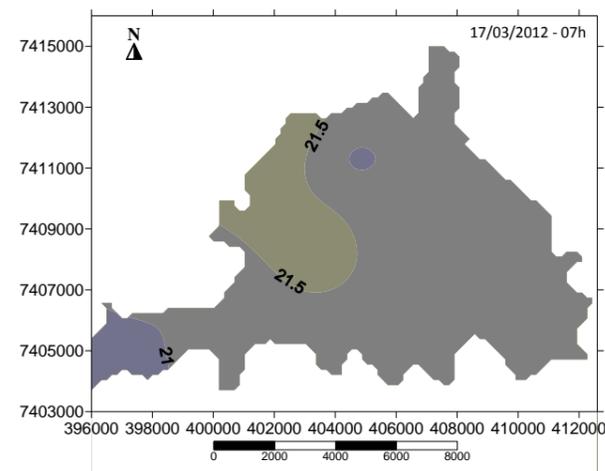
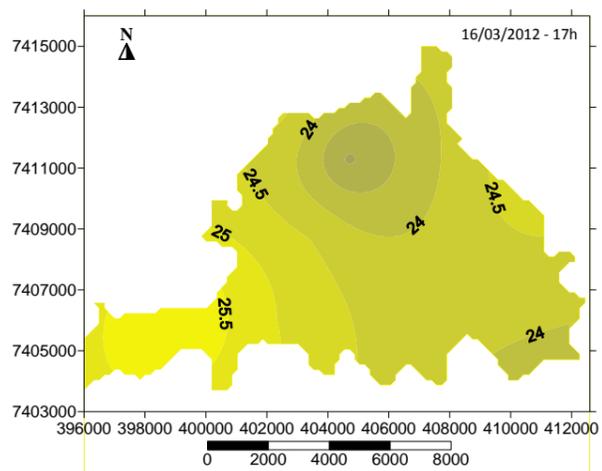


GRÁFICO 07 – número de horas (%) em que as temperaturas permaneceram nas diferentes faixas de risco climático de dengue durante todo período de coleta.

Assim, para o caso específico da AUC-Maringá, podemos inferir que, embora a cidade reúna amplas condições para epidemias durante todo o verão, o efeito de ilha de frescor no mês de março devido aos fatores agrícolas, período no qual se inicia a queda no número de casos após o pico epidêmico, pode servir como limitante para manter a elevação dos casos de dengue, que em conjunto com o início das primeiras incursões polares, decretam o fim do processo epidêmico.



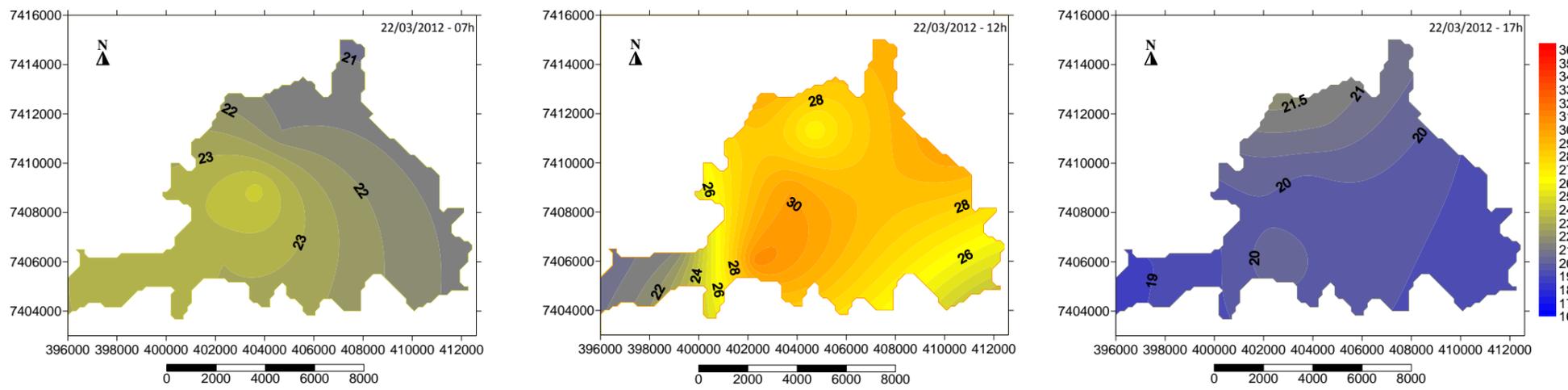


Figura 37 - Isothermas de temperatura para Maringá-PR a partir de dados primários coletados nos horários das 07, 12 e 17h, horários de maior atuação do mosquito, para o período de 16/03/2012 a 22/03/2012.

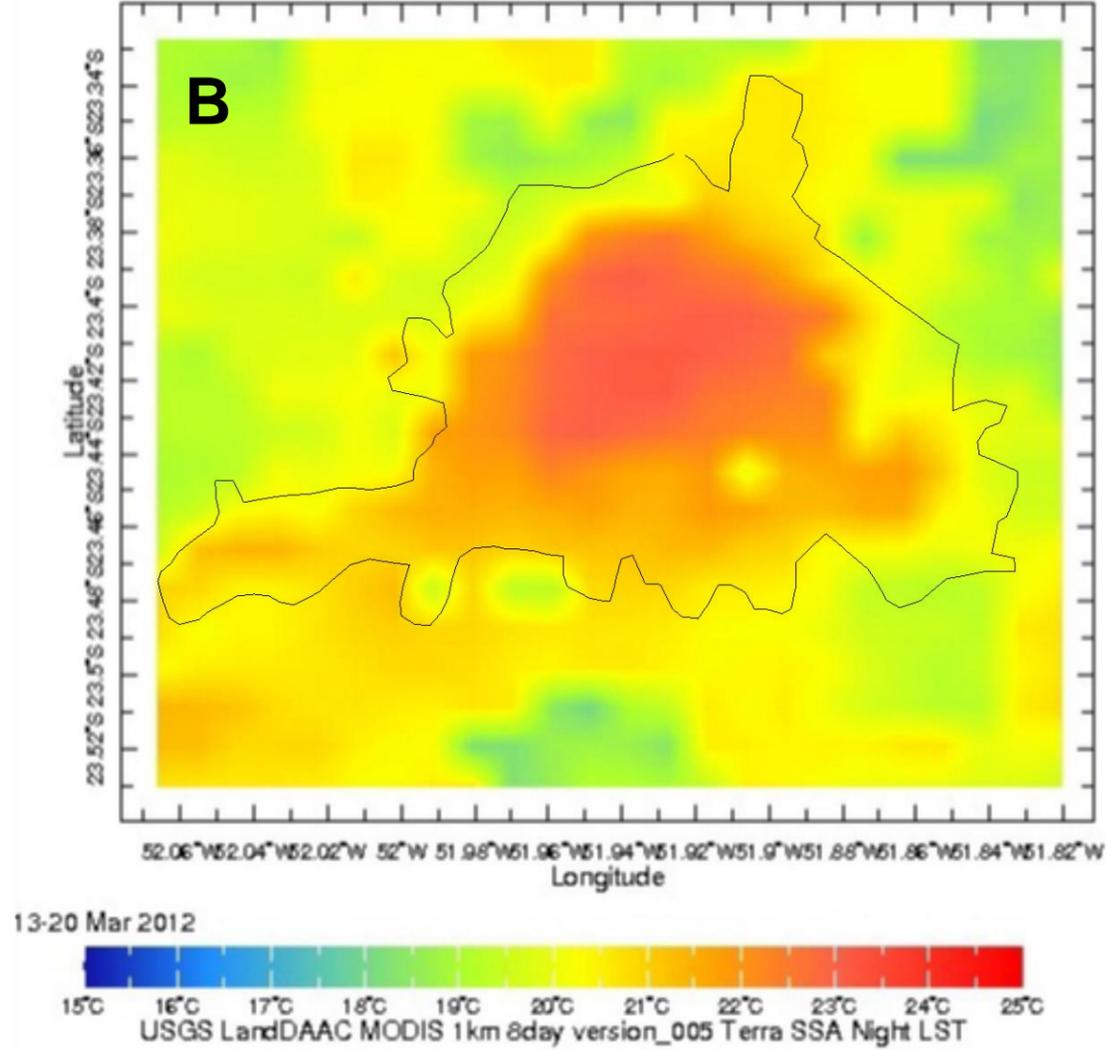
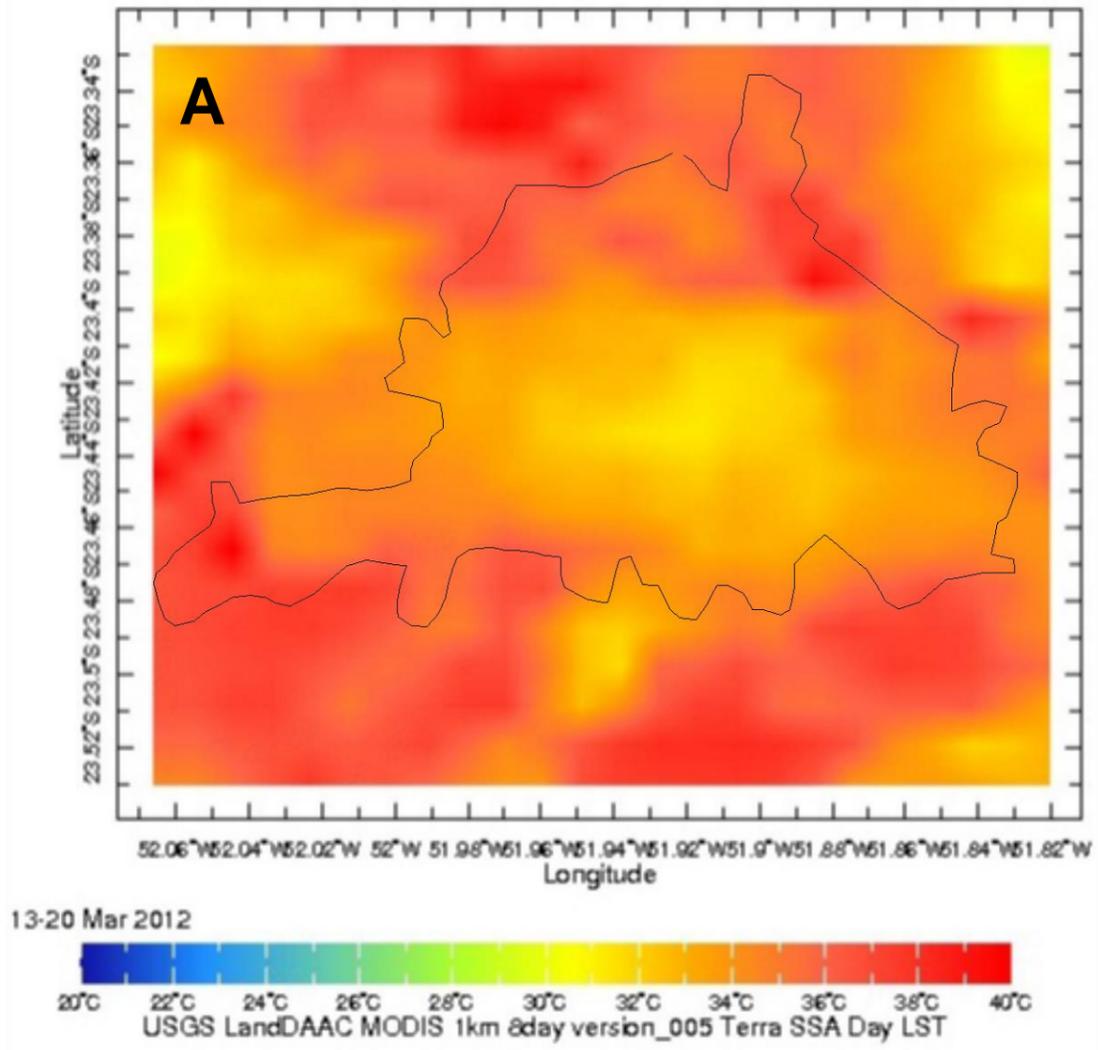


Figura 38 A e B - modelagem climática da temperatura média de Maringá-PR a partir de dados do satélite (MODIS-LST) para período diurno (A) e noturno (B) de 13 a 20/03/2012.

#### 4.3. CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E O CLIMA URBANO EM RIBEIRÃO PRETO/SP

As atividades de coleta de dados em Ribeirão Preto também foram realizadas em duas partes: a primeira em 2011 objetivou a coleta de dados climáticos e visitar as áreas de risco e concentração dos casos notificados de dengue e infestação do mosquito vetor da doença, bem como dialogar com os agentes de saúde dos programas de combate e controle da manifestação da enfermidade.

A segunda em 2012 teve por objetivo identificar as influências do processo de urbanização no campo térmico da cidade de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo, bem como a formação de ilhas de calor urbano na cidade. Com enfoque na dinâmica da variabilidade microclimática, este estudo é uma importante ferramenta para a análise das características climáticas consideradas ótimas ou limitantes para evolução e procriação do *Aedes aegypti*.

Grande parte das informações levantadas foi realizada através das visitas das áreas de risco e concentração dos casos notificados de dengue e infestação do mosquito vetor da doença, como também através de entrevistas com os agentes de saúde dos programas de combate e controle da manifestação da enfermidade.

Na cidade de Ribeirão Preto, é possível localizar setores responsáveis pelo controle da dengue em várias esferas administrativas, indo da municipal à estadual a Secretaria Regional de Saúde e a Superintendência de Controle de Endemias, as quais armazenam tanto os dados sobre os surtos e epidemias da dengue, como planejam e reordenam estratégias de ação no controle da doença.

Segundo a coordenadoria do setor de endemias, para a epidemia de 2010, o índice de infestação predial (IIP) do *Aedes aegypti* foi alto se comparado com anos anteriores. Sobre a concentração de focos do *Aedes albopictus*, foi relatado que estes são registrados principalmente em parques localizados em áreas Peri-urbanas. É importante evidenciar que em áreas verdes, principalmente as com mata adensada, a vistoria não é realizada.

Em relação aos condicionantes socioambientais responsáveis pela manifestação e difusão epidemiológica da doença, o programa de combate a dengue de Ribeirão Preto destacou: concentração de casos em áreas verdes de entorno urbanizado com alto adensamento populacional não verticalizado, neste caso em recipientes naturais que favoreçam o acúmulo de água como plantas,

principalmente as de porte arbustivo e arbóreo; o modo de vida dos habitantes de bairros residenciais mais precários economicamente, responsável pela alta geração de descarte de resíduos a céu aberto; e a infraestrutura urbana de saneamento precária ou velha da cidade, como por exemplo, as galerias pluviais abandonadas ou muito antigas, estas consideradas como ambiente ótimo para a proliferação do vetor da dengue.

Dentre os fatores ligados a dinâmica climática, a coordenadoria do programa de combate a dengue afirma que a alternância das chuvas concentradas e a permanência e o prolongamento do período de intermitência de chuvas se tornou um fator essencial para o aumento do número de casos de dengue nos últimos anos, bem como aumento dos registros de epidemias na cidade.

A intermitência das chuvas auxilia a manutenção dos criadouros de reprodução e evolução do mosquito. Além disso, nos dias com chuvas, os agentes de saúde não trabalham, retardando e até mesmo impossibilitando o cronograma de atividades do programa de combate a enfermidade.

Durante o mês de Março de 2011 foi registrada precipitação em 23 dias, suficiente para diminuir as horas de trabalho dos agentes. A coordenadoria do programa de combate a dengue afirma que o alto número de dias com complicações de trabalho, principalmente devido às chuvas, foi essencial para a formação dos picos epidemiológicos de 2010 e 2011.

Sobre os tipos de recipientes mais vistoriados para o controle dos focos do mosquito, destacam-se: vasos de plantas, principalmente de bromélias, encontradas dentro dos imóveis ou em quintais e recipientes descartáveis como plásticos e vidros, principalmente em residências e pontos estratégicos (PE's).

Os pontos estratégicos merecem maior destaque, pois mesmo em períodos não epidêmicos, são as áreas que mais registram criadouros do mosquito, como também novos casos da doença. Todos os pontos estratégicos, também chamados de PE's, são visitados e rastreados com uma frequência quinzenal durante todo o ano, com exceção dos meses mais quentes e chuvosos, quando a periodicidade das visitas aumenta.

A classificação de PE's compreende em sua maior parte os cemitérios (figura 39), imóveis abandonados, borracharias, ferro velhos, empresas que possuem centros de reciclagem ou com famílias que acumulam uma grande quantidade de resíduos sólidos descartáveis responsáveis por manter resíduos de material

descartável a céu aberto, que propiciem a criação de reservatórios permanentes e sim-permanentes de água, estes considerados ótimos para a formação de focos de reprodução e evolução do *Aedes aegypti*.

Sobre os cemitérios da cidade, é importante salientar que o regime intenso de chuvas, típico dos meses de verão em Ribeirão Preto, favorece a manutenção dos criadouros nos vasos de planta, principalmente porque o agente de combate a dengue só efetua a vistoria uma vez a cada 15 dias, período suficiente para a evolução e procriação do mosquito vetor da doença.

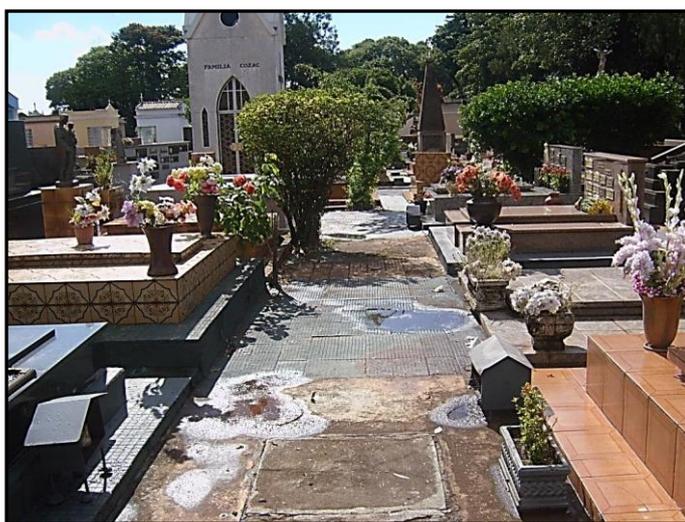


Figura 35 – Ribeirão Preto - SP: cemitério municipal (2011).

Na distribuição geográfica dos focos do vetor da doença, para os anos de 2010 e 2011, muitas notificações de casos positivos autóctones se concentraram nos distritos leste do município. Os distritos oeste e norte também tiveram muitos focos de infestação do mosquito e casos de dengue. Destaca-se a região norte pelo alto número de imóveis considerados PE's, principalmente devido à concentração de recicladores.

Os recicladores de “lixo” se enquadram em um perfil bastante preocupante para os agentes da dengue. Muitos se concentram em áreas de invasão e/ou bairros de baixa renda (figura 40) e sem infraestruturas urbanas básicas, como por exemplo, asfalto e rede de esgoto. O entorno das residências de muitos recicladores são caracterizadas pela acumulação de resíduos, considerados ótimos para a evolução do *Aedes aegypti*.

Não há aplicação de multa para os imóveis durante o controle e combate da proliferação de *Aedes aegypti* nas áreas com focos do mosquito, mas são aplicados larvicidas e feito agendamento de retorno. Em última instância, se ocorrer a manutenção dos focos do vetor da dengue e descaso do proprietário para o controle do criadouro, a secretária municipal de saúde então envia a multa.



Figura 36 – Ribeirão Preto - SP: acúmulo de resíduos a céu aberto e agentes de controle da dengue coletando larvas do *Aedes Aegypti* (2011).

No ano de 2011, os primeiros casos positivos notificados da doença estavam localizados nos bairros Jd. S. Luís e Jd. Castelo Branco, caracterizados por possuir residências constituídas por moradores de alto padrão aquisitivo. Um dos fatores levantados pelos agentes da saúde estava relacionado à recusa da visita dos agentes e nebulizações que deveriam ter sido realizadas.

Sobre a coleta de lixo, a cidade possui sistema de coleta regular por quase todo seu perímetro urbano, no entanto, em muitos bairros foi possível evidenciar uma elevada quantidade de material descartado abandonado nos quintais ou fora das residências, como por exemplo, em terrenos baldios, calçadas (figura 41), margem de córrego etc. O Material recolhido pela coleta de lixo é destinado a um aterro, localizado em Guatapará, um município vizinho.

Através de um acompanhamento com os agentes em um mutirão de recolhimento de lixo, encontrou-se muitos locais propícios para formação de focos do *Ae. aegypti*. Organizado pela Secretaria Municipal de Saúde e da Prefeitura de Ribeirão Preto, um “mutirão de limpeza” foi realizado na mesma data em que estavam sendo feitas as visitas a campo.

Este “mutirão de limpeza” tem por objetivo resgatar o acúmulo de “lixo” abandonado a céu aberto, principalmente aquele ao qual o sistema de coleta de lixo não recolhe, como sofás, pneus, telhas entre outros materiais de grande porte.



Figura 37 – Ribeirão Preto: material descartado em calçadas e ruas, exemplos de locais ideais para a formação de focos do *Aedes aegypti* (2011).

O “Mutirão de Limpeza possui regularidade de ocorrência nos meses de Setembro e Outubro”. No entanto, devido à diminuição da oferta de criadouros o mutirão que era para ser realizado entre Setembro e Outubro de 2010, teve data adiada para o início do ano de 2011, entre os meses de março e abril, época do ano á qual se inicia o período epidêmico da dengue no município.

Dentre a grande variedade de materiais descartáveis propícios para transmissão de doenças como a dengue, destacam-se os pneus. No momento em que a pesquisa foi realizada, Ribeirão Preto não possuía um sistema frequente de coleta de pneus usados. Com o “mutirão de limpeza”, muitas famílias aproveitaram para fazer o descarte de pneus.

Já para a realização do estudo do campo térmico da cidade de Ribeirão Preto, onze pontos de coleta de dados foram definidos na primeira viagem técnica (Figura 42 A) entre os dias 23 e 26/03/2011, localizados dentro dos limites do município. Num primeiro momento, o levantamento visou uma abordagem preliminar da área de estudo, motivo pelo qual os pontos foram definidos, pois eles evidenciam padrões distintos de urbanização.

Cabe ressaltar que para a segunda visita técnica, foram feitas correções no georreferenciamento dos pontos, melhorando assim a precisão dos mesmos.

No segundo levantamento efetuado (19 a 25/04/2012) foram selecionados cinco pontos (Figura 42 B), escolhidos com base no levantamento do ano anterior para que melhor representassem a dinâmica climática da área urbana. Embora tenham sido metade dos pontos da primeira coleta, estes foram realizados com equipamentos mais precisos e por um maior número de dias. E diferente da primeira coleta, onde os pontos estavam mais concentrados em um transecto, na segunda coleta procurou-se utilizar os que tivessem maior representatividade, sendo inclusive aproveitados os pontos da USP, Aeroporto (SBRP) e Colégio Santa Úrsula).

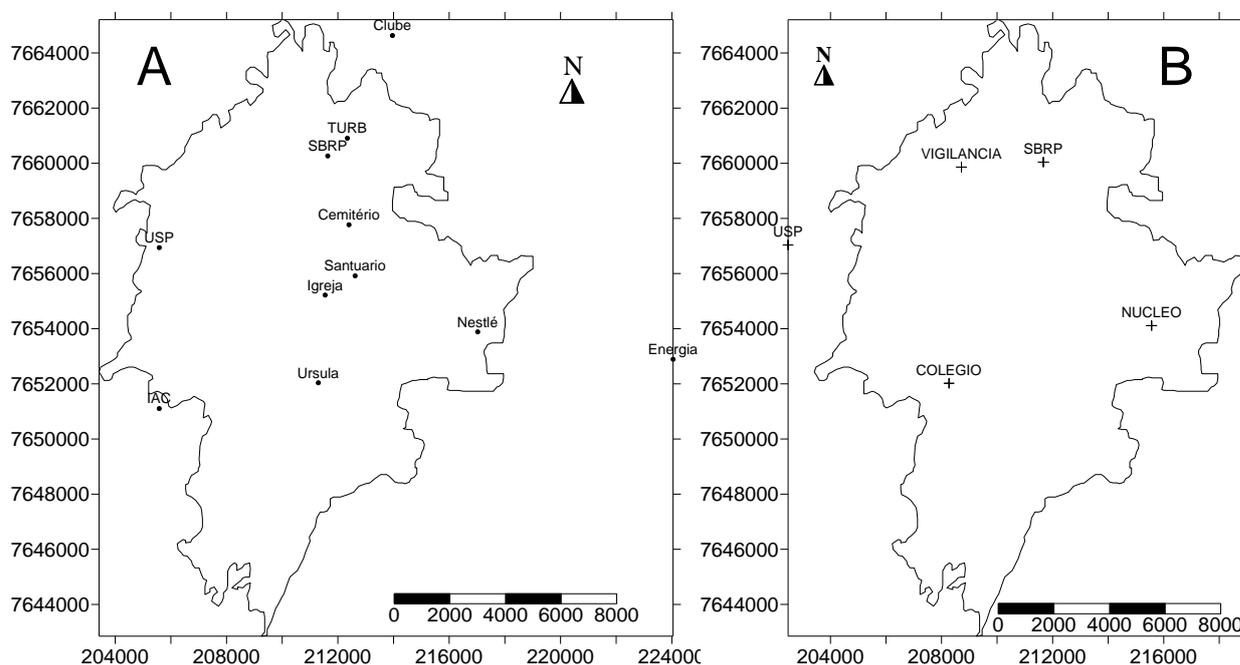


Figura 38 A e B – Ribeirão Preto - SP: localização das estações meteorológicas no campo em 2011 (A) e 2012 (B).

O primeiro ponto se caracteriza como uma área urbana de alta densidade de edificações e baixo índice de verticalização, próximo da região central da cidade, no subsetor norte 1 (Cemitério da Saudade, Figura 43):



Figura 39 – Ribeirão Preto - SP: abrigo de coleta de dados no cemitério (centro da imagem).  
Fonte: coleta de campo e imagem Google Earth (2011).

O segundo ponto se caracteriza por ser a área urbana de maior densidade e verticalização da cidade, localizado bem no centro da mesma, em uma igreja (Figura 44):



Figura 40 – Ribeirão Preto - SP: abrigo de coleta de dados na igreja (centro da imagem).  
Fonte: coleta de campo e imagem Google Earth (2011).

Por fim, o terceiro ponto, instalado no campus da Universidade de São Paulo (USP), subsetor oeste 11 (figura 45), situado aproximadamente seis quilômetros da

zona central da cidade e caracterizado como uma área de baixa densidade, com uma extensa área verde, situada no limite urbano-rural.



Figura 41 – Ribeirão Preto - SP: abrigo de coleta de dados no campus da USP (centro da imagem).  
Fonte: coleta de campo e imagem Google Earth (2011).

A coleta de dados de temperatura do ar na cidade de Ribeirão Preto se deu através de medições realizadas em duas etapas: a primeira em 2011 por termômetros digitais HOBO U12 - Temperature Data Logger; a segunda etapa de coleta em 2012 foi efetuada por Estações automáticas WS-2812 Lacrosse, equipamentos mais completos e com sensores de temperatura, umidade, pressão, chuva e ventos.

Todos os equipamentos foram instalados de forma padronizada, em abrigos meteorológicos experimentais de madeira (coleta de 2011) e PVC (coleta de 2012, figura 46), a 1,5 metros de altura em relação ao solo. Os termômetros foram pré-programados para coletarem informações em intervalos de um em um hora. O período de coleta de 2011 teve duração de quatro dias e a coleta de 2012 teve duração de dez dias.



Figura 42 – Ribeirão Preto - SP: abrigo meteorológico em PVC utilizado para coleta de dados (2012).

Os dados coletados em 2011 foram analisados e mapeados através do software Surfer versão 8.9, e resultaram na criação de mapas de isotérmicas sobre a malha urbana da cidade baseada nas informações previamente adquiridas. Os dados de 2012 ainda estão sendo analisados e posteriormente serão gerados mapas e gráficos com os resultados.

Nos dias em que se sucederam as análises (23, 24, 25 e 26 de março de 2011), somente um destes apresentou condições adequadas para a manifestação de ilhas de calor. No dia 25 o céu se manteve com baixa nebulosidade e sem precipitação e, nos outros dias a nebulosidade e a pluviosidade foram constantes.

MONTEIRO (1973) classifica o clima de Ribeirão Preto em dois grandes períodos, outono/inverno, caracterizado por baixa umidade relativa, temperaturas amenas e predominância de sistemas polares e tropicais; o outro grande período, primavera/verão, se caracteriza por maior quantidade de chuvas, temperaturas mais altas, e predomínio de sistemas tropicais e equatoriais.

Essa diferenciação fica clara nas normais climatológicas da cidade, sendo possível observar uma queda brusca nos índices de pluviosidade a partir do mês de março, que só voltam a crescer a partir de setembro. O mesmo ocorre com a temperatura, porém de maneira mais sutil, sofrendo uma queda a partir do mês de fevereiro e voltando a subir a partir de agosto.

Os meses de dezembro e janeiro se apresentam como os mais chuvosos e mais quentes, atingindo médias pluviométricas de 267 e 298 milímetros de chuva por

mês respectivamente. Já os meses de julho e agosto se apresentam como os mais secos atingindo precipitações inferiores a 30 milímetros por mês (28 e 25 respectivamente).

Cabe salientar a baixa amplitude térmica da cidade entre os períodos considerados mais frios e mais quentes; o gráfico da figura 47 indica que este valor fica em torno de 5°C. O mês com maior temperatura média, fevereiro, apresenta um valor estimado de 24,4°C, enquanto que os mais frios, junho e julho, apresentam valores estimados de 19,2°C. Todavia, estes valores de temperatura e pluviosidade média mensal são bastante diferentes das condições termo-pluviométricas diárias, como se verá a seguir..

Os dados coletados permitiram identificar a amplitude térmica presente na cidade de Ribeirão Preto quando se comparam os dois pontos mais urbanos em relação às zonas mais rurais. Em um primeiro momento no início da manhã (figura 47) embora as temperaturas ainda não tivessem atingido seu ápice diário, já se pode observar a presença de uma ilha de calor situada na região centro norte da cidade, próximo ao cemitério da saúde, enquanto que nas regiões situados na porção noroeste e oeste a temperatura se apresenta mais amena.

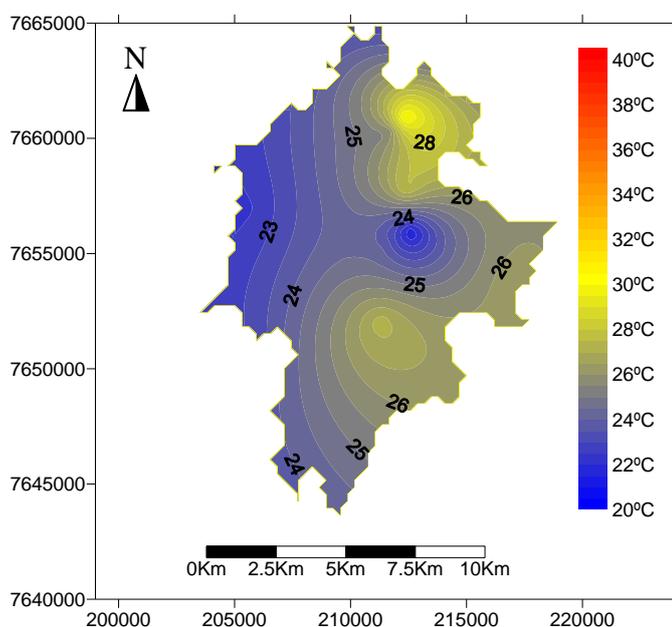


Figura 43 – Ribeirão Preto - SP: isotermas de 25/03/2011 – 09h.

Conforme o dia avança, pode ser observada a formação de uma ilha de frescor na região do campus da Universidade de São Paulo (USP), indicado na carta

(figura 48) na região oeste da cidade, apresentando uma variação de aproximados 4°C em relação à zona centro norte da cidade. A região central da cidade apresentou temperaturas mais elevadas em torno de 1°C em relação à zona oeste, e cerca de 3°C da região centro-norte, esta apontada pelas medições como a mais quente em todos os períodos de medição.

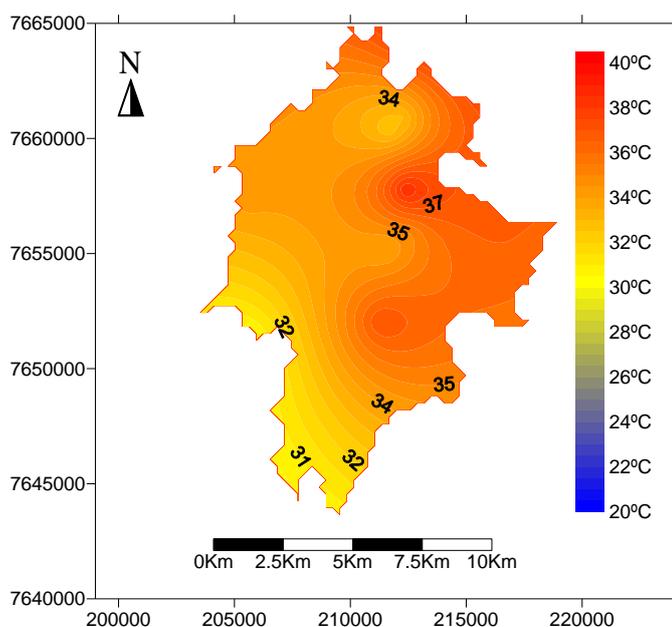


Figura 44 – Ribeirão Preto - SP: isotermas de 25/03/2011 – 15h.

No horário das 15 horas, a cidade chegou a registrar picos de 38°C a 39°C em suas regiões mais quentes, localizadas na porção centro/norte, ao mesmo tempo em que se registravam 34°C a 35°C nas áreas de menor temperatura do mesmo horário.

O ultimo período de coleta (Figura 49) apresentou características similares aos outros momentos, embora com uma amplitude térmica menor em relação aos demais. Pode ser observado que a zona centro/norte é a mais quente, com temperaturas em torno de 27°C, e a zona oeste apresenta temperaturas mais amenas, apresentando valores em torno de 23°C.

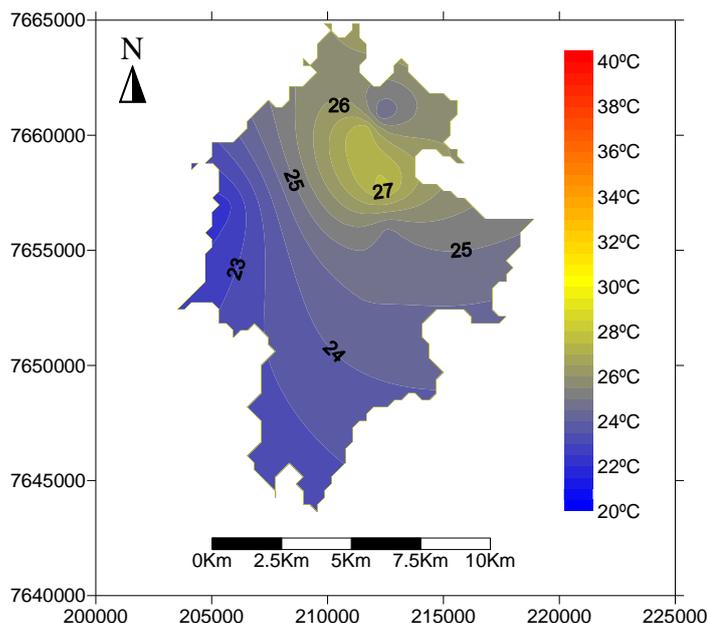


Figura 45 – Ribeirão Preto - SP: isotermas de 25/03/2011 – 21h.

Durante os três dias de levantamentos de dados (Gráfico 08) o ponto localizado na USP apresentou as temperaturas mais baixas, registrando a máxima no dia 26/03, com 36,5°C, enquanto que os pontos da igreja e do cemitério alternavam entre os mais quentes.

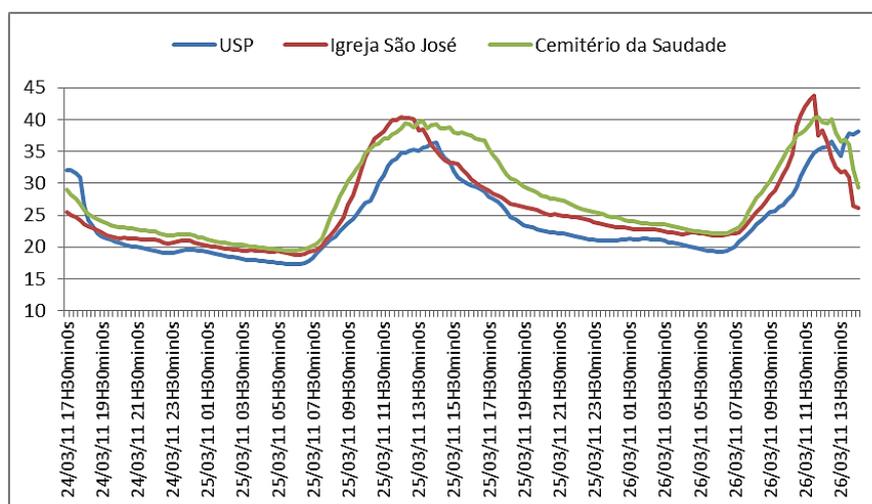


Gráfico 08 – Ribeirão Preto - SP – temperatura do ar em três diferentes pontos da cidade (24/03/2011-17h30min à 26/03/2011-14h30min).

No entanto, nos momentos de pico a temperatura no ponto de coleta da área central (igreja) sempre se mostrou superior ao ponto do cemitério, chegando ao seu pico de 43°C no dia 26, mesmo dia do ápice de temperatura do cemitério que apresentou valores em torno de 41°C graus. Em relação a queda da temperatura

após o pico de calor, devido ao efeito de sombreamento causado pelos edifícios no ponto central essa queda ocorreu primeiro em relação aos outros dois pontos devido a esse fator.

Outro fator bem representado pelo gráfico é a amplitude presente na cidade, na alternância entre dia e noite, onde é possível observar a variação da temperatura em aproximadamente 20°C nos três pontos de coleta do município.

Ao término desta análise observamos que o campo térmico de Ribeirão Preto sofre clara interferência do processo de urbanização em seus valores. Percebe-se isto ao comparar os valores de temperatura coletados nos pontos urbanos (igreja e cemitério) em relação ao ponto rural (USP)

As isotermas construídas a partir dos dados levantados em campo evidenciam que os valores mais altos coincidem com os locais de maior densidade urbana (área central), enquanto que em locais de menor densidade e mais arborizados (Campus da USP) os valores eram mais baixos.

A diferença térmica entre os pontos da cidade aqui analisados é mais clara a medida que um gráfico com a temperatura dos três foi gerado. Esta representação possibilitou a comparação da temperatura do ar, mostrando uma diferença térmica entre o ponto mais quente (Igreja) e o mais frio (USP) que chegou a aproximados 4°C em um mesmo período, formando uma ilha de calor (IC) de media a baixa magnitude.

Todavia trata-se de uma IC intra-urbana, uma vez que não foram utilizados pontos com característica eminente para se fazer uma comparação mais fidedigna.

Ao mesmo tempo em que se constitui em passos importantes para a pesquisa, ele ressalta a necessária análise da umidade relativa do ar e da velocidade/direção dos ventos na formação do campo térmico daquela cidade, além de uma pormenorizada avaliação da dinâmica urbana, aspectos que desafiam à continuidade do estudo.

Na aplicação das equações de risco do projeto SACDENGUE em Ribeirão Preto, os resultados foram semelhantes aos de Campo Grande, com as áreas no entorno do centro da (bairros) apresentando riscos mais elevados de proliferação da dengue se comparados a área mais urbanizada e verticalizada.

O efeito da ilha de calor na área central desfavorece a proliferação do mosquito por manter as temperaturas acima do patamar ideal para sua rápida proliferação (22 a 30°C).

Embora o ponto mais central de coleta tenha sido perdido por problemas no equipamento, pode-se constatar mais uma vez que as áreas periféricas ao centro apresentaram grande porcentagem de horas dentro da faixa de alto risco, mesmo com um efeito menor da ilha de calor (Gráfico 09):

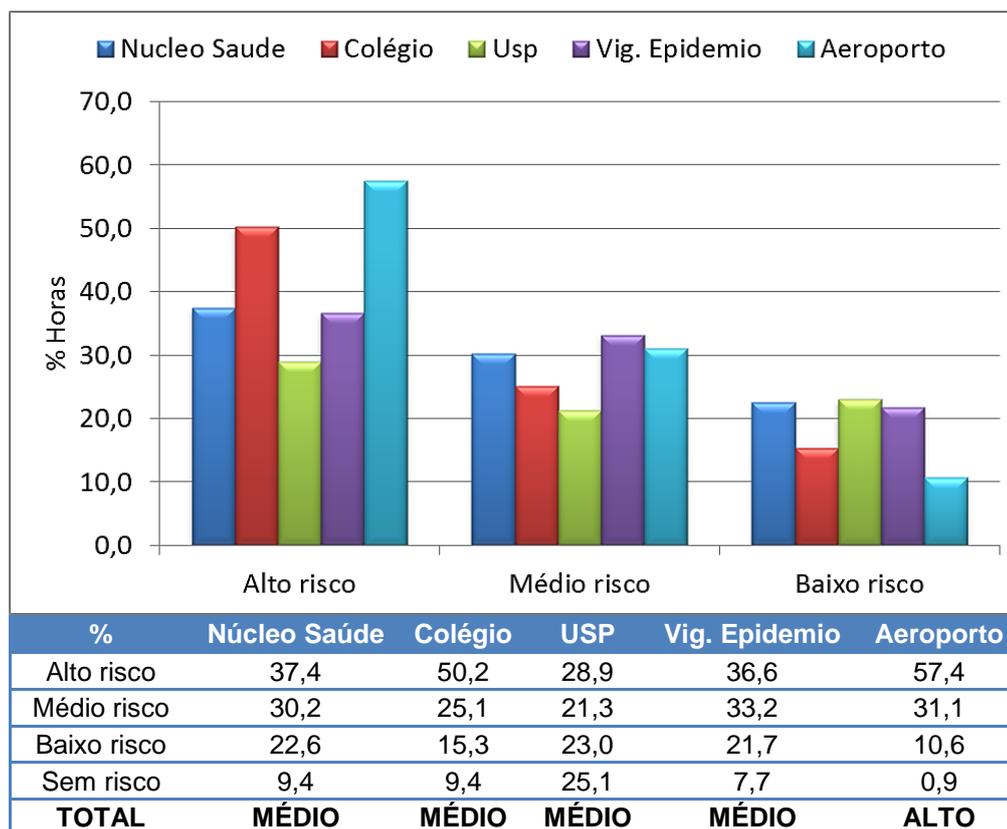


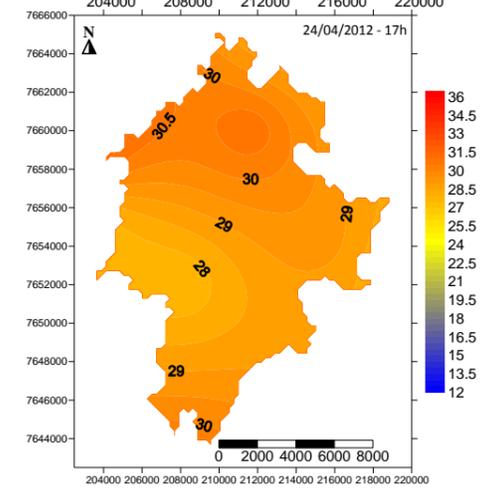
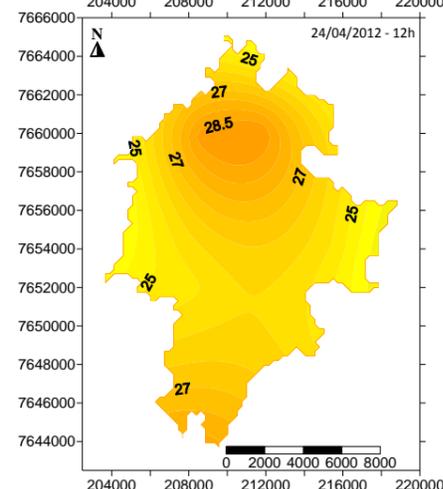
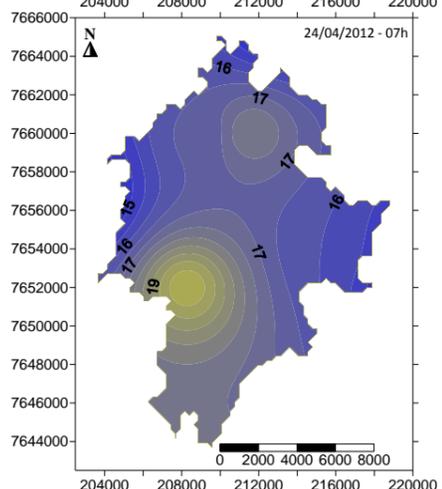
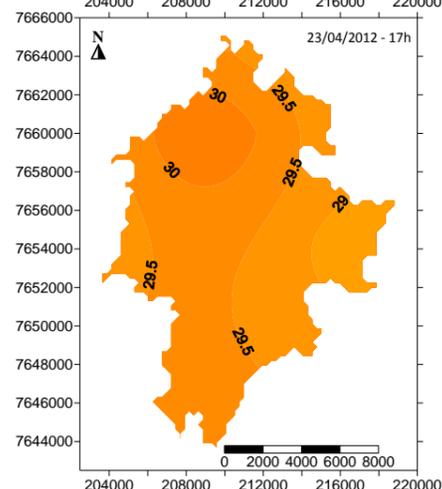
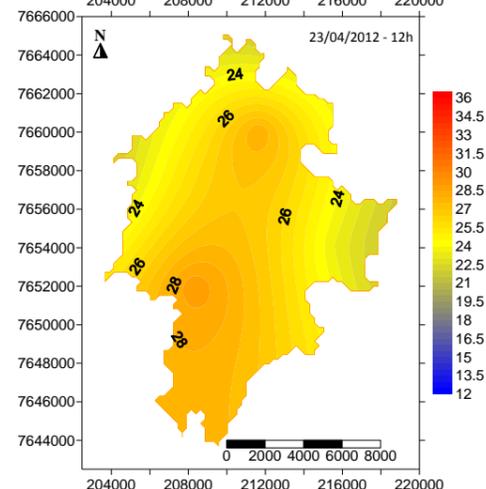
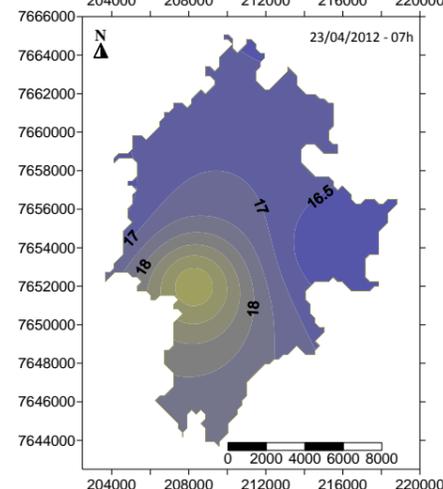
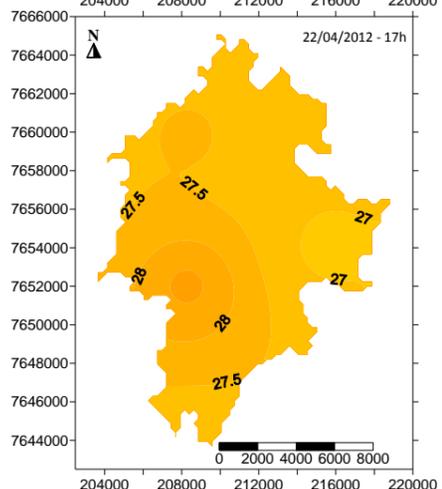
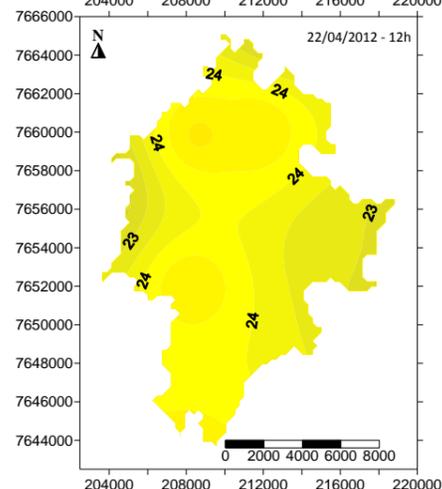
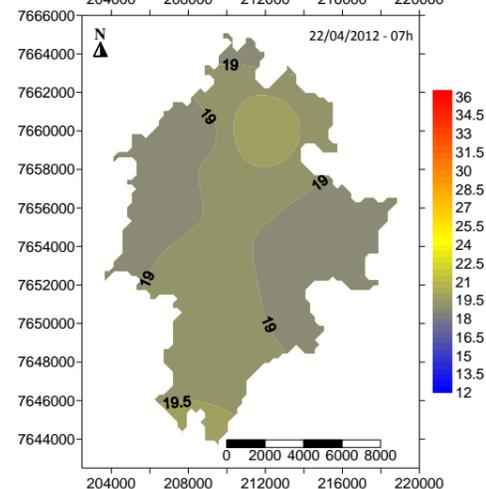
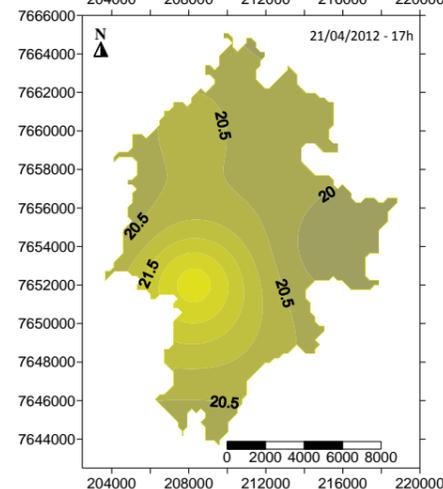
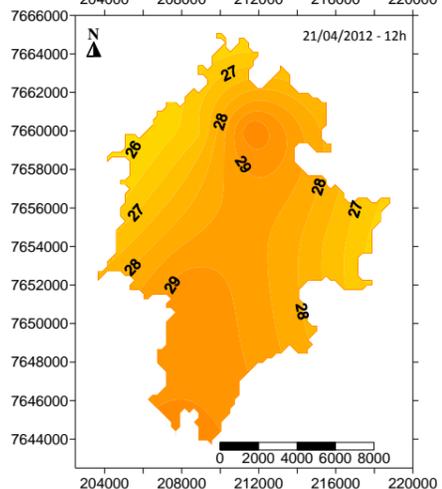
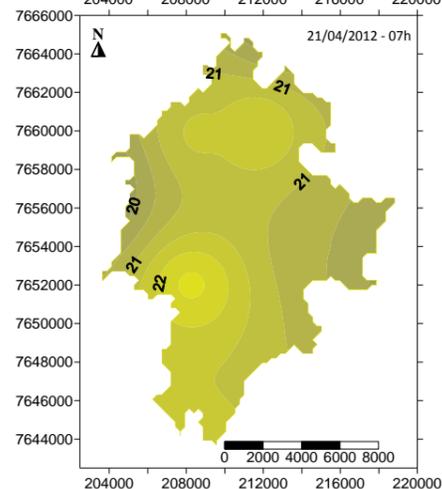
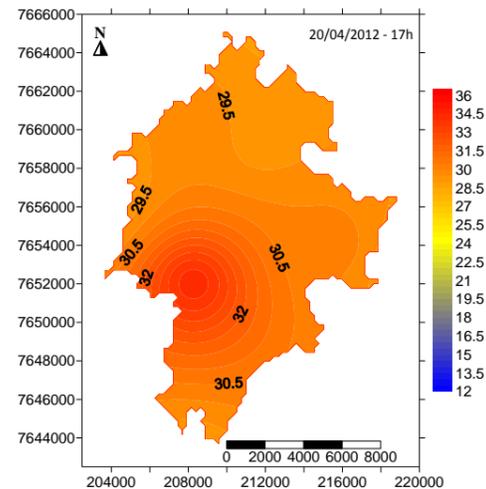
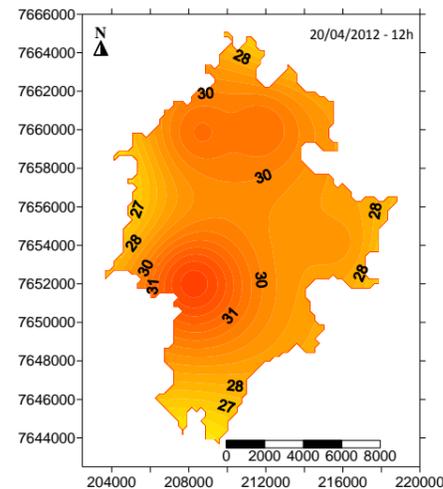
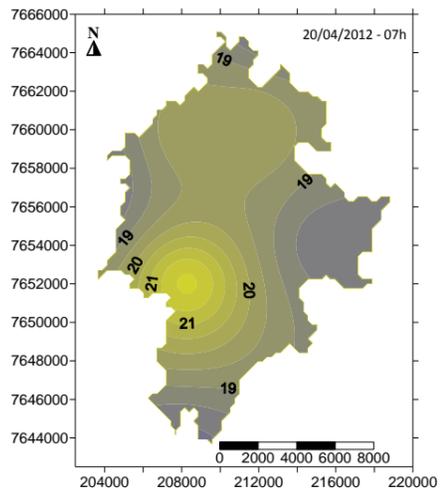
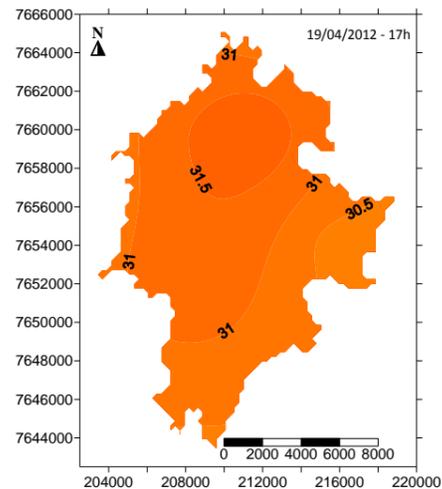
Gráfico 09 – número de horas (%) em que as temperaturas permaneceram nas diferentes faixas de risco climático de dengue durante todo período de coleta.

Este fator também é evidenciado pelas cartas de isotermas e na modelagem climática por satélite (Figuras 50 e 51 A e B), pois demonstram a concentração das temperaturas mais elevadas na área central, em detrimento das áreas consideradas rurais (temperaturas mais baixas), enquanto a periferia apresenta maior número de horas dentro da faixa de risco alto (Aeroporto 57,4%, Colégio 50,2%).

Vale ressaltar que, devido a segunda coleta (2012) em Ribeirão Preto ter sido feita tardiamente (final de abril), as porcentagem naturalmente ficaram mais baixas que em Campo Grande ou Maringá, mas não deixando de evidenciar a mesma dinâmica climática.

Assim, também se pode inferir novamente que o nível intermediário da ilha de calor (área que compreende os bairros) apresenta maior potencial de proliferação da

doença se comparada ao centro e as áreas externas à mancha urbana, corroborando com os dados da secretaria de saúde sobre a localização do maior número de casos durante as epidemias.



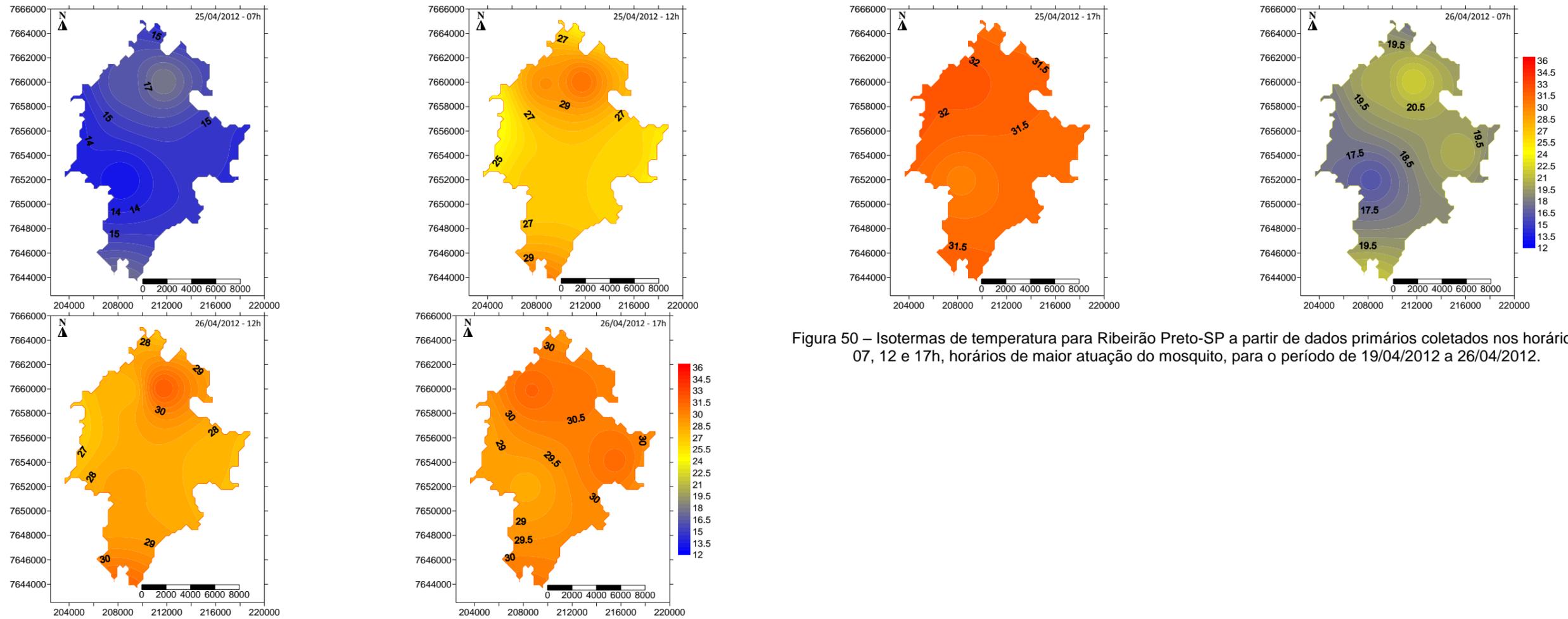


Figura 50 – Isotermas de temperatura para Ribeirão Preto-SP a partir de dados primários coletados nos horários das 07, 12 e 17h, horários de maior atuação do mosquito, para o período de 19/04/2012 a 26/04/2012.

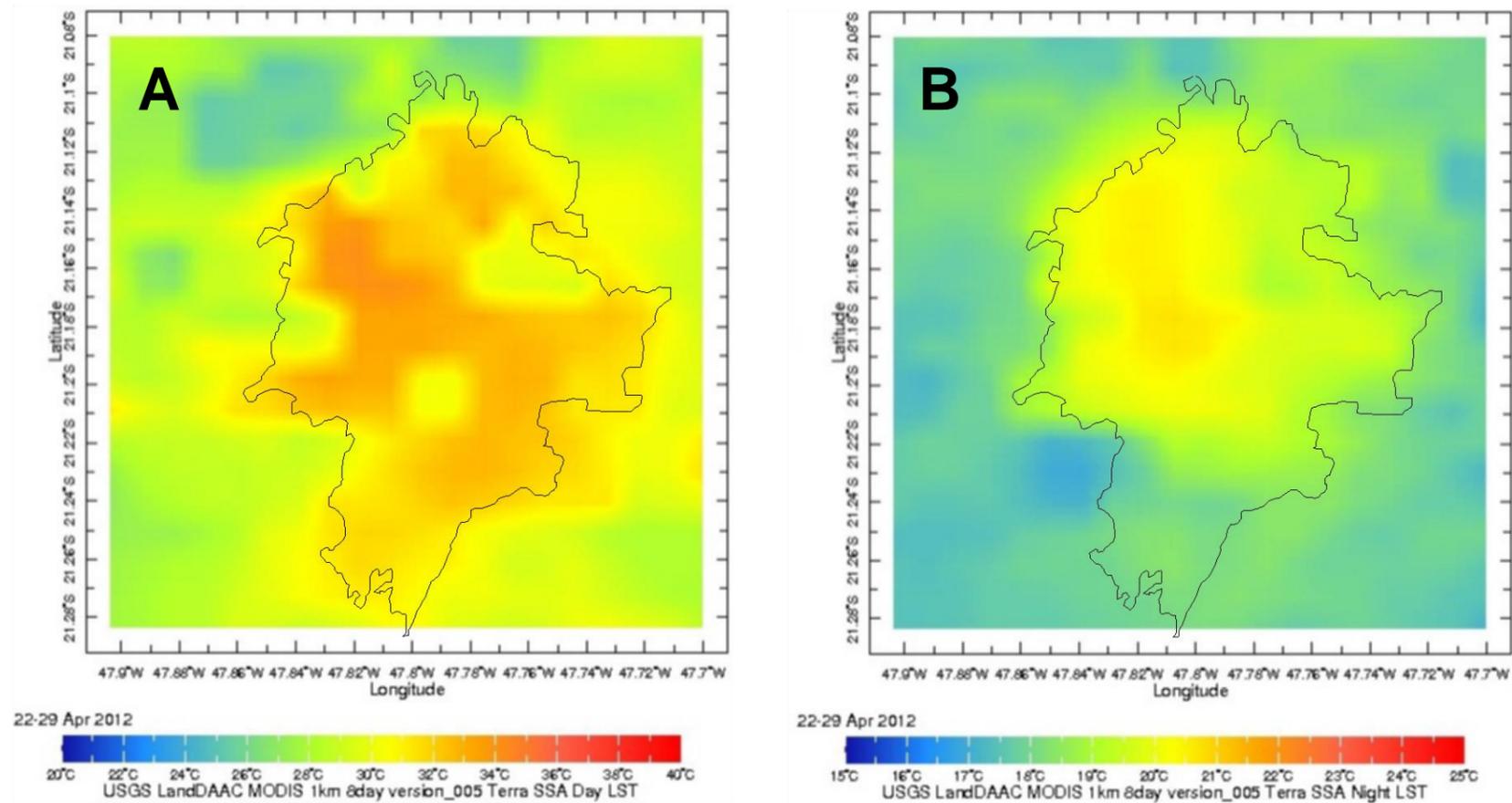


Figura 51 A e B – modelagem climática da temperatura média de Ribeirão Preto-SP a partir de dados do satélite (MODIS-LST) para período diurno (A) e noturno (B) de 14 a 21/04/2012.

#### 4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPARATIVA: temporalidades anuais, sazonais, mensais e rítmicas diárias.

Nesta etapa serão apresentados os resultados das análises efetuadas com banco de dados adquiridos no sistema IRI Data Library<sup>15</sup>, contendo informações provenientes de satélites e estações meteorológicas de medição que foram aplicadas na modelização. Parte destes resultados já foi inclusive publicado por ROSEGHINI (2012).

No Gráfico 10 pode ser observado que a incidência de casos de dengue costuma ser mais elevada em Campo Grande, seguida de Ribeirão Preto e depois Maringá.

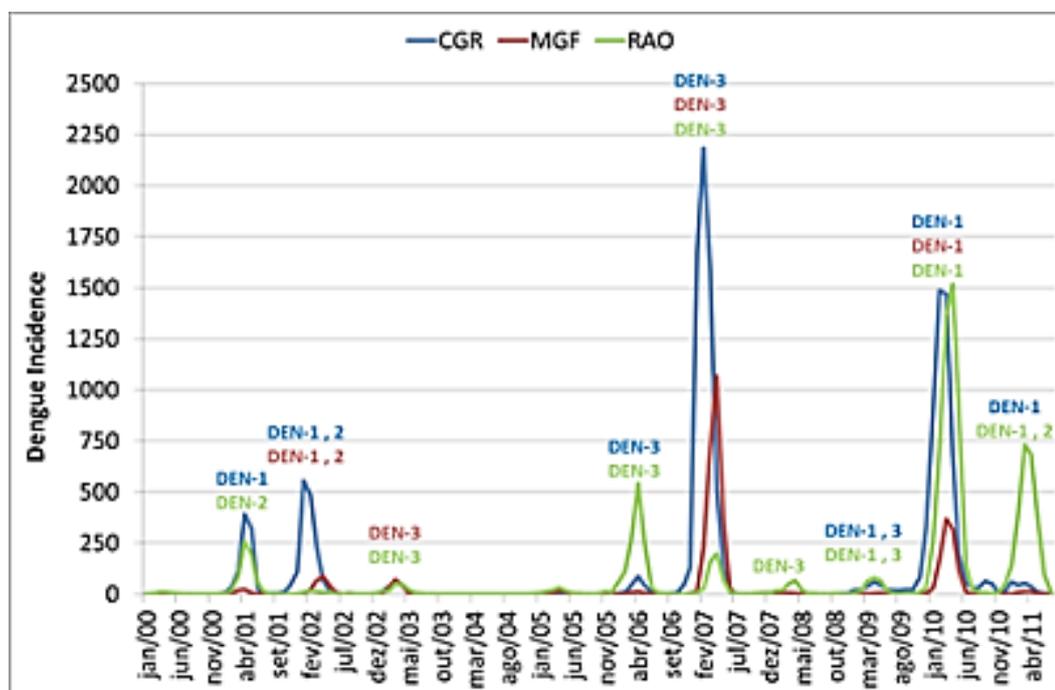


Gráfico 10 – epidemias e sorotipos circulantes nas cidades de Campo Grande (CGR), Maringá (MGF) e Ribeirão Preto (RAO), para o período de 2000 a 2011. Fonte: SINAN.

Também se observa no Gráfico 10 que a entrada de novos sorotipos propicia as epidemias devido à falta de imunidade na população, como verificado nas epidemias de sorotipo DEN-1 e 2 em 2001 e DEN-3 com pico em 2006/2007. Na sequência, a reintrodução do DEN-1 após 10 anos de hiato, resultando em infecção da população que não havia contraído o vírus no início da década.

<sup>15</sup> Sistema de aquisição e modelagem de dados de satélite hospedado no Earth Institute da Universidade de Columbia, sob endereço: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>

Ao analisar o período-padrão das epidemias nas três cidades (Gráfico 11) pode-se constatar que existe um “*delay*”, um atraso entre o pico da precipitação (Janeiro) e o pico epidêmico, sendo esse “lag” de um mês para Campo Grande (Fevereiro) e três meses para Maringá e Ribeirão Preto (Abril), demonstrando assim a importância de se compreender de forma diferenciada a dinâmica das chuvas nos meses que antecedem as epidemias para cada caso.

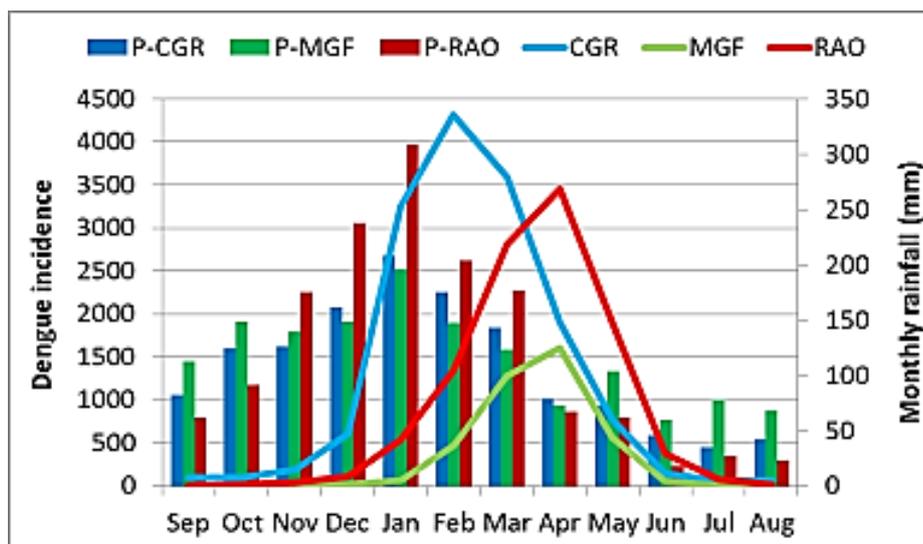


Gráfico 11 – identificação do mês-padrão de pico epidêmico (linhas) e precipitação média mensal (barras) em Campo Grande (CGR), Maringá (MGF) e Ribeirão Preto (RAO), entre 2000-2011. Fonte: INMET e IAC.

Assim, para Campo Grande é vital entender a dinâmica do trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro; para Maringá e Ribeirão Preto o trimestre Janeiro-Fevereiro-Março.

Sazonalmente, é interessante observar nas três cidades quando analisado o período chuvoso que antecede as epidemias, que a precipitação acumulada apresenta um “*range*” que coincide com as principais epidemias já ocorridas, como pode ser observado em Campo Grande (Gráfico 12) e Maringá (Gráfico 13):

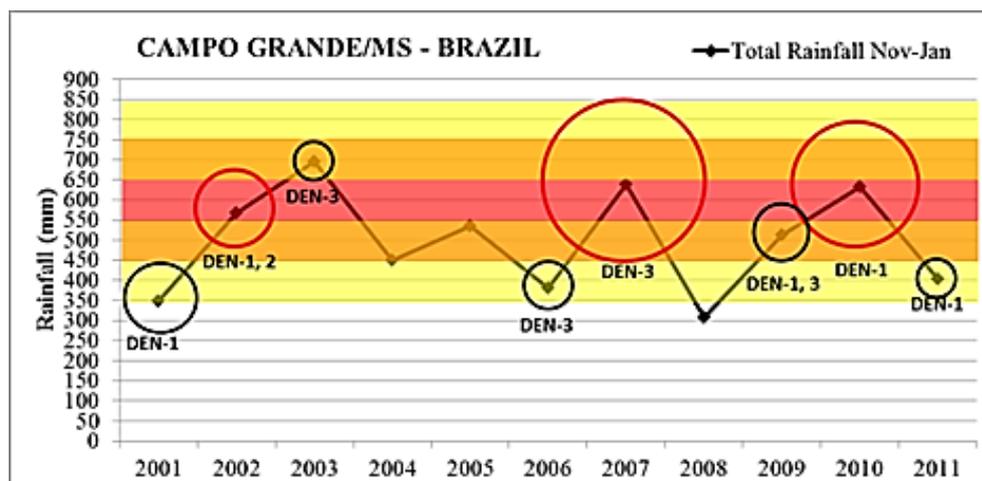


Gráfico 12 – precipitação total do período NOV-JAN para Campo Grande destacando as principais epidemias e sorotipos circulantes (círculos vermelhos = maiores epidemias, círculos pretos = menores epidemias). Fonte: INMET

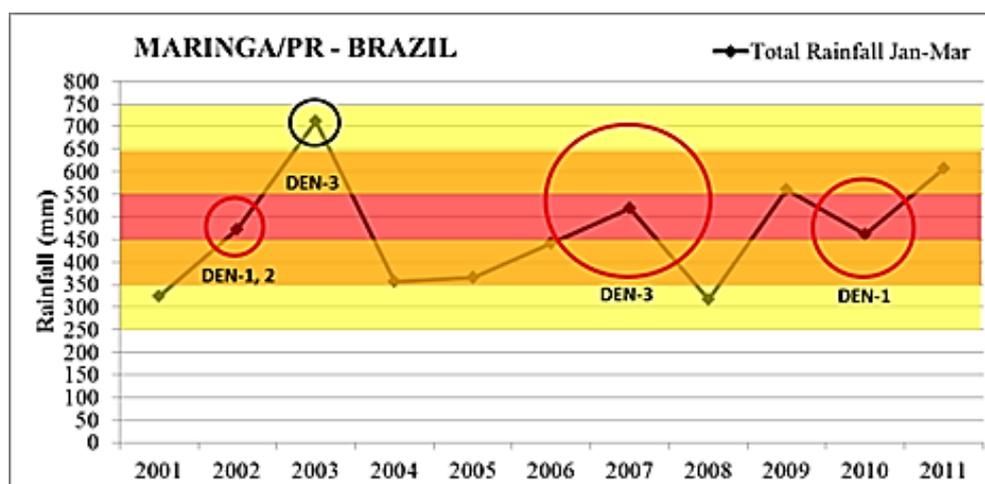


Gráfico 13 – precipitação total do período JAN-MAR para Maringá destacando as principais epidemias e sorotipos circulantes (círculos vermelhos = maiores epidemias, círculos pretos = menores epidemias). Fonte: INMET.

No caso de Campo Grande e Maringá, as cidades apresentaram a ocorrência de suas maiores epidemias quando a precipitação total acumulada foi entre 500 e 600 mm. Na sequência, observa-se o comportamento dessa dinâmica para Ribeirão Preto (Gráfico 14):

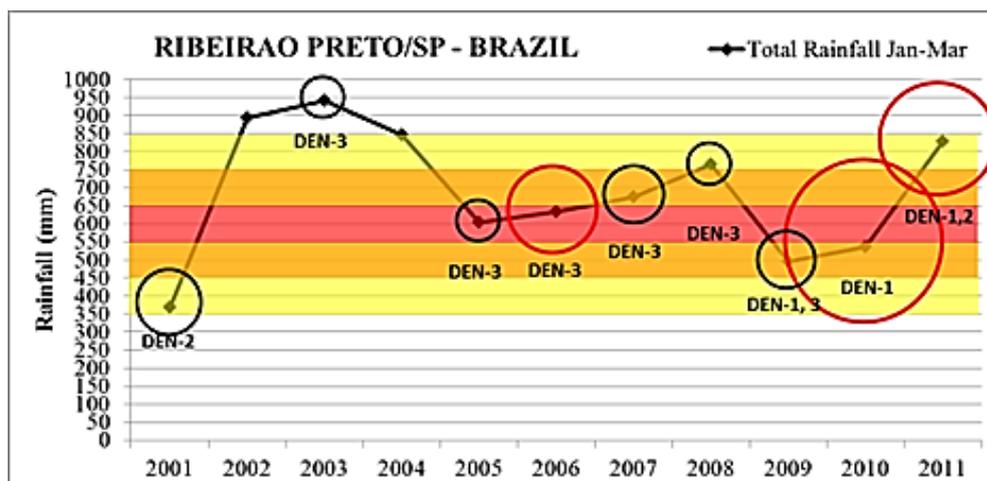


Gráfico 14 – precipitação total do período JAN-MAR para Ribeirão Preto destacando as principais epidemias e sorotipos circulantes (círculos vermelhos = maiores epidemias, círculos pretos = menores epidemias). Fonte: IAC.

No caso de Ribeirão Preto, esse “range” do total de precipitação do período não foi tão específico se comparado às cidades anteriores, mas as epidemias situaram-se sempre na faixa entre 550 e 750 mm. Quanto às anomalias das precipitações sazonais, há uma predominância de anomalias positivas de precipitação em toda a área durante as maiores epidemias.

Em Campo Grande e Maringá, as duas grandes epidemias foram, além das condições climáticas satisfatórias (Figuras 52 A e B), devido à introdução de um novo sorotipo (DEN-3) em 2006 e o retorno de DEN-1 em 2010. Já Ribeirão Preto teve a sua maior epidemia em 2009-10 (Figura 52 B) devido à reintrodução do sorotipo DEN-1. Em 2003-2004 (Figura 52 C), anomalias negativas de precipitação em toda a área de estudo coincidiram com um período não epidêmico para as três cidades.

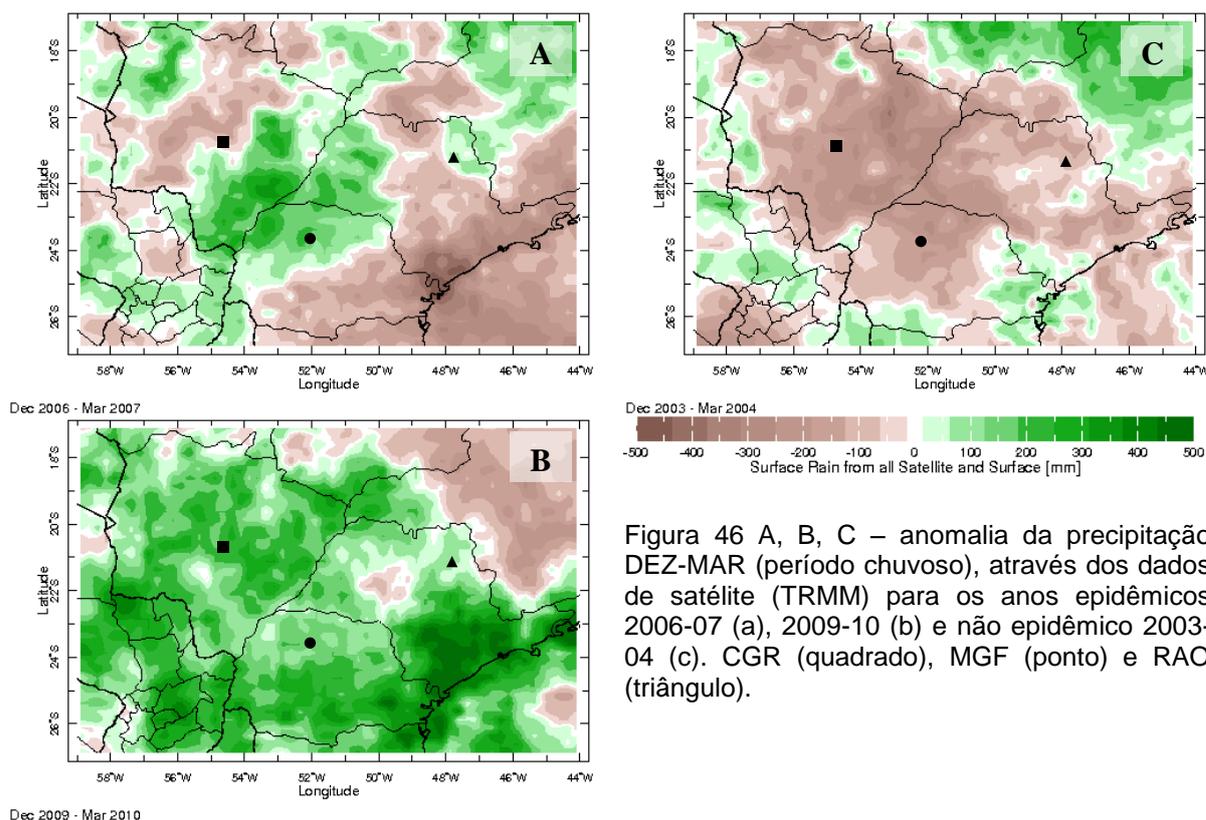


Figura 46 A, B, C – anomalia da precipitação DEZ-MAR (período chuvoso), através dos dados de satélite (TRMM) para os anos epidêmicos 2006-07 (a), 2009-10 (b) e não epidêmico 2003-04 (c). CGR (quadrado), MGF (ponto) e RAO (triângulo).

Esses resultados mostram que a epidemia ocorreu após anomalias positivas de chuva na região. No entanto, anomalias positivas de chuva também ocorreram sem epidemias que implica que a circulação do sorotipo é um fator importante. A análise a seguir mensal explora com mais detalhes a relação entre a precipitação mensal e anomalias de temperatura com epidemias de dengue.

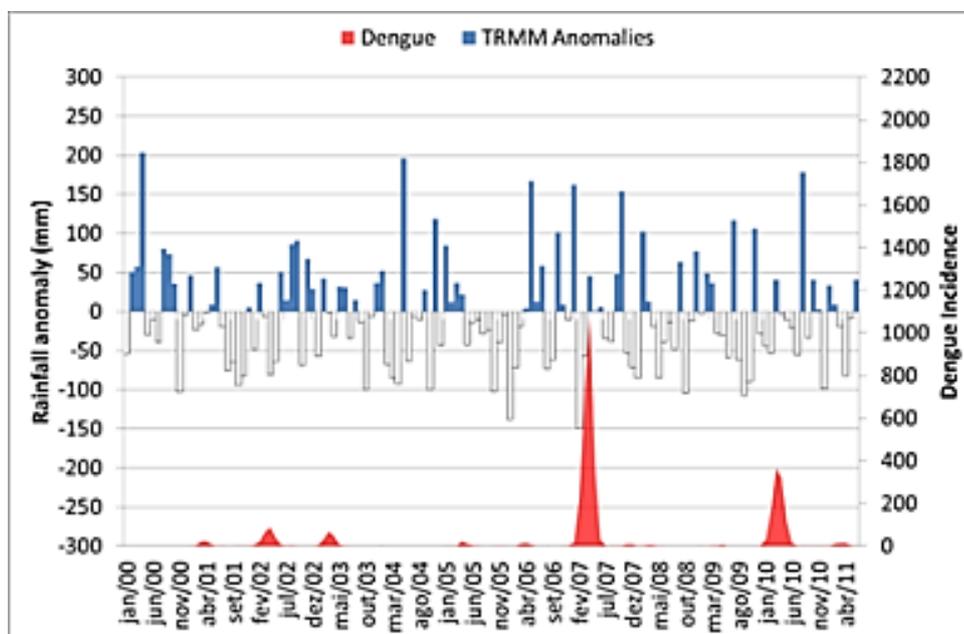
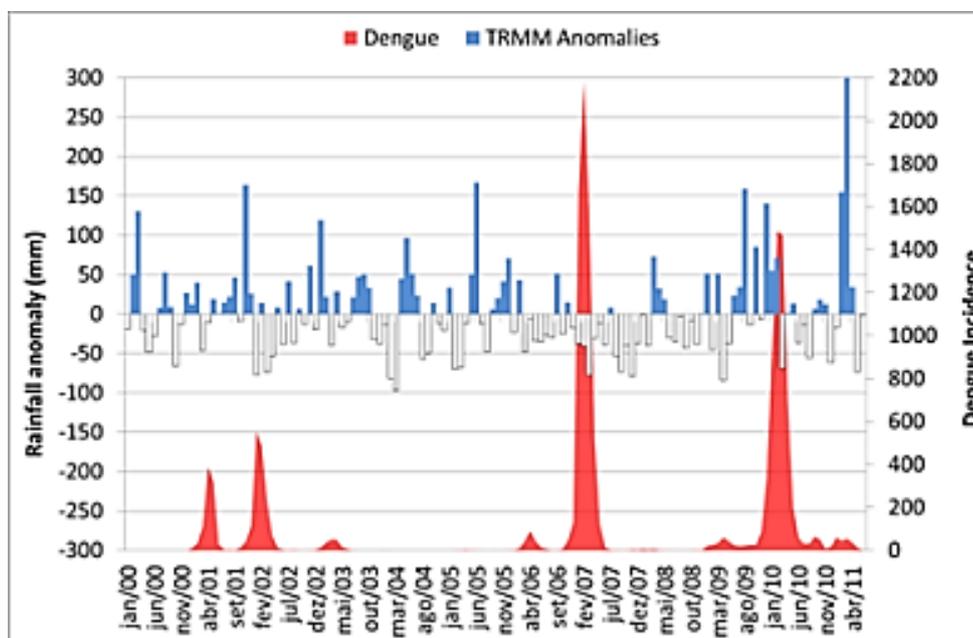
Na escala mensal não foram encontradas correlações significativas entre as anomalias de precipitação e as incidências da dengue (Quadro 2).

Quadro 2 - correlação entre anomalias mensais de precipitação e casos de dengue sem *lag*, com 1, 2 e 3 meses de *lag*. Fonte: IRI Library e SINAN.

	<b>sem lag</b>	<b>1 mês lag</b>	<b>2 mês lag</b>	<b>3 mês lag</b>
<b>CGR</b>	0.03	0.03	0.07	0.08
<b>MGF</b>	-0.03	0.04	0.04	0.09
<b>RAO</b>	-0.09	-0.05	0.01	0.06

No caso específico das precipitações mensais, observável nos Gráfico15, 16 e 17 dos municípios de Campo Grande, Maringá e Ribeirão Preto, respectivamente, pode-se inferir que, embora baseá-los na anomalia dos totais mensais não evidencia correlação significativa, por outro lado, existe um parâmetro em comum quando

analisado o período chuvoso que antecede as epidemias, pois as mesmas ocorrem sempre logo após o fim desse período mais úmido.



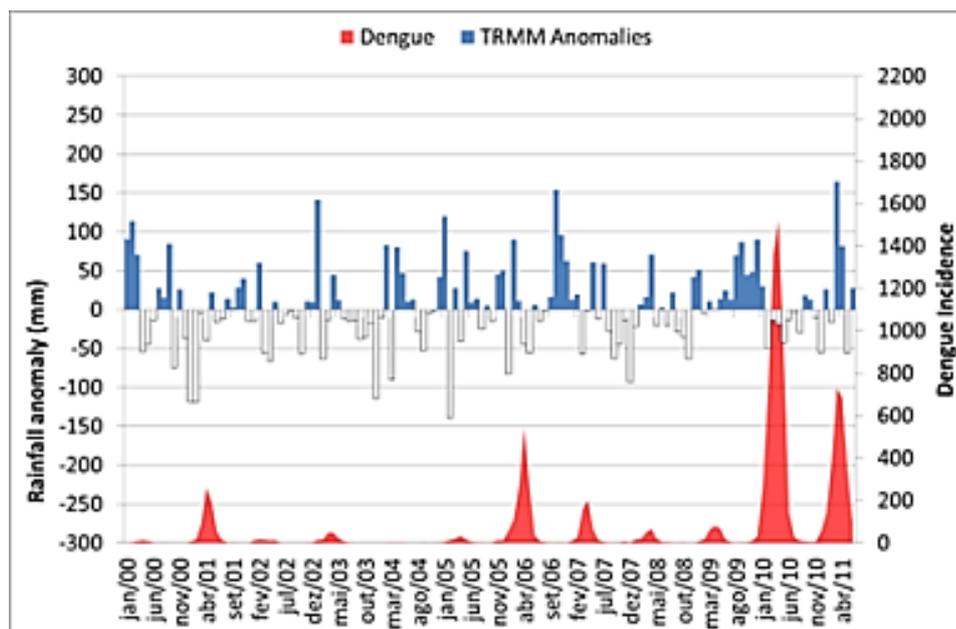


Gráfico 17 – anomalia mensal da precipitação por satélite para Ribeirão Preto e incidência de dengue. Fonte: IRI LIBRARY, TRMM.

Quanto à análise da temperatura, a relação entre a anomalia de temperatura (medida pelo MODIS LST) e os valores de incidência de dengue, não indicaram correlação significativa (Quadro 3) para o período analisado (ROSEGHINI, 2012).

Quadro 3 – correlações entre a anomalia mensal de temperatura e casos de dengue sem “lag”, com 1, 2 e 3 meses de lag. Fonte: IRI LIBRARY, MODIS e SINAN.

	sem lag	1 mês lag	2 mês lag	3 mês lag
<b>CGR</b>	-0.14	-0.17	-0.22	-0.14
<b>MGF</b>	0.10	0.09	0.16	0.16
<b>RAO</b>	0.03	-0.07	-0.09	-0.13

A mesma falta de correlação entre as anomalias de temperatura e as epidemias de dengue pode ser observada nos Gráficos 18 (Campo Grande), Gráfico 19 (Maringá) e Gráfico 20 (Ribeirão Preto). Na sequência, foram feitas análises comparativas utilizando dados meteorológicos de satélite do canal termal, adquiridos do sensor Modis, satélite Terra.

No caso específico de Campo Grande (Quadro 2), não houve correlação significativa entre as anomalias positivas de temperatura e o aumento das notificações de dengue no período analisado para escala mensal.

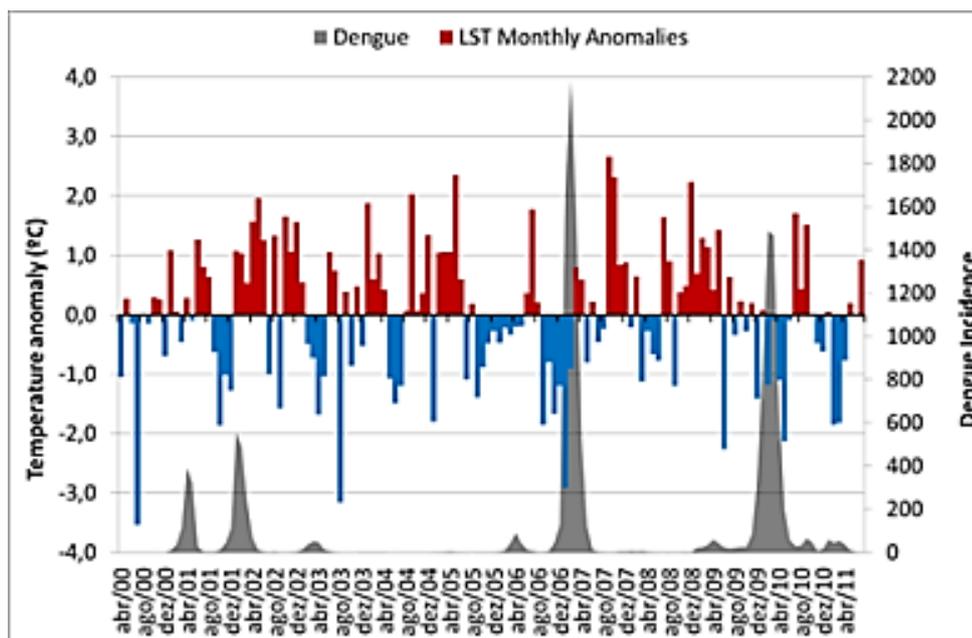


Gráfico 18 – anomalia mensal de temperaturas máxima e mínima por satélite para Campo Grande e incidência de dengue. Fonte: IRI LIBRARY, TERRA, MODIS.

Para Maringá (Gráfico 19), os resultados foram similares a Campo Grande, não havendo, pelo menos na escala mensal, correlação significativa entre a temperatura medida pelas estações ou satélite e os casos notificados de dengue.

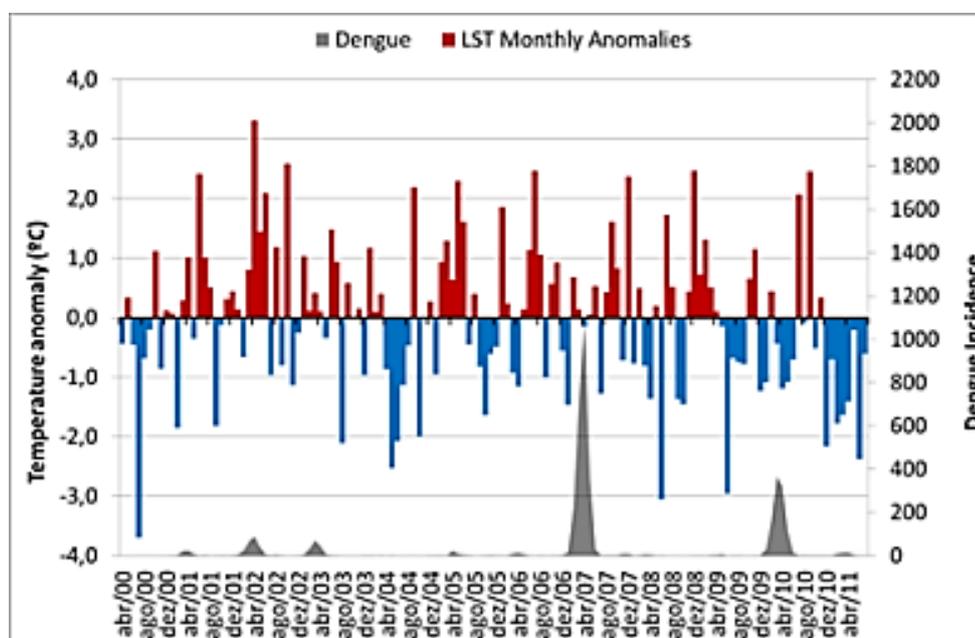


Gráfico 19 – anomalia mensal de temperaturas máxima e mínima de satélite para Maringá e incidência de dengue. Fonte: IRI LIBRARY, TERRA, MODIS.

Para Ribeirão Preto também não houve correlação significativa, em escala mensal, para a ocorrência de dengue e as temperaturas (Gráfico 20).

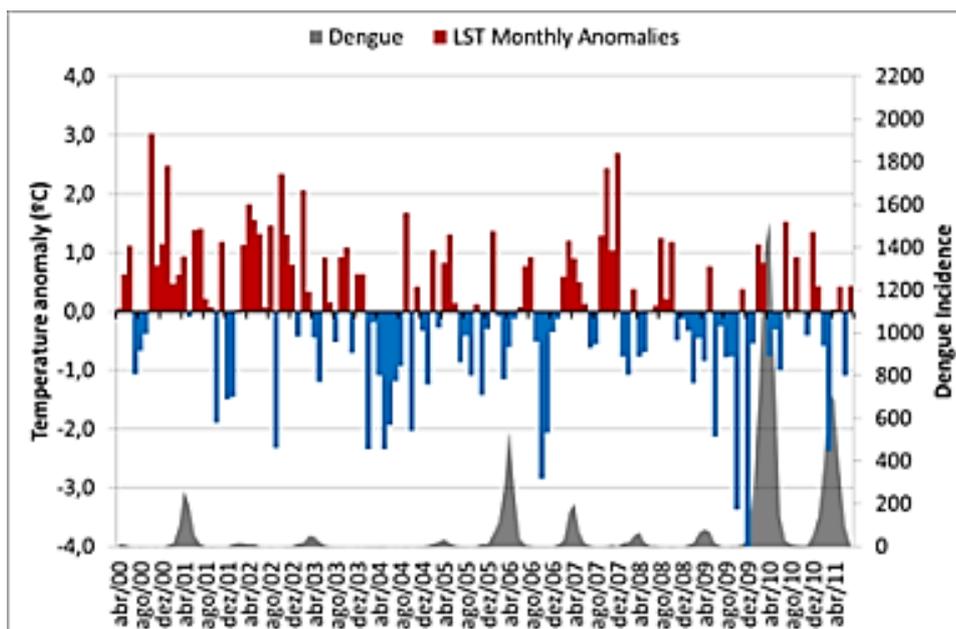


Gráfico 20 – anomalia mensal de temperaturas máxima e mínima de satélite para Ribeirão Preto e incidência de dengue. Fonte: IRI LIBRARY, TERRA, MODIS.

O mesmo, porém, não pode ser afirmado quando a análise é feita na escala diária, como pode ser observado no Gráfico 21, onde se observa uma clara relação entre a temperatura e o aumento ou diminuição dos casos da doença (indicado nas setas), demonstrando assim um *lag* entre temperatura-notificação de aproximadamente 7 a 10 dias:

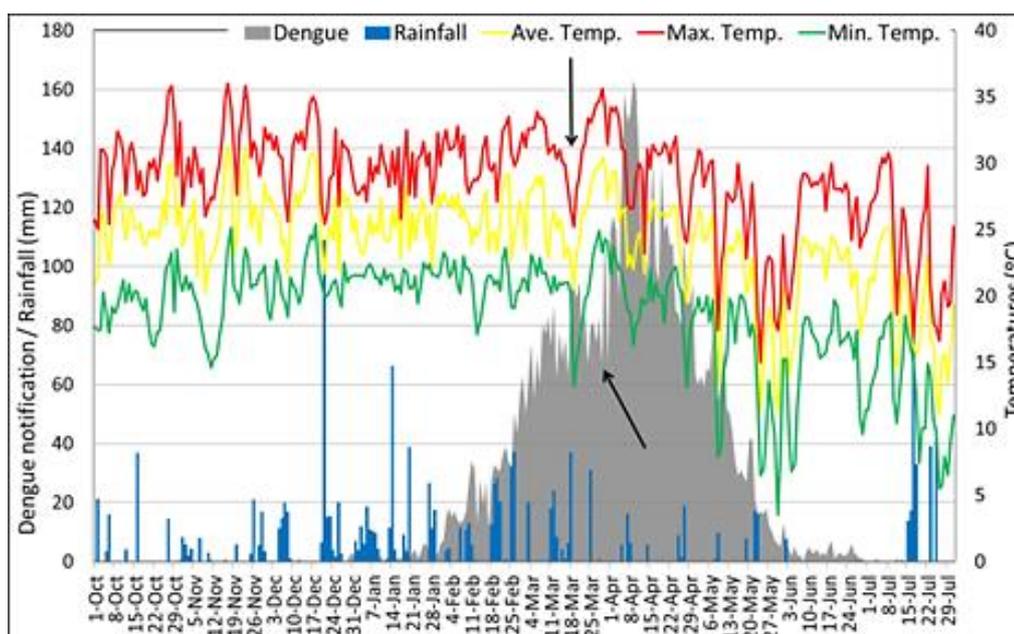


Gráfico 21 – análise diária para Maringá (outubro 2006 – julho 2007). Fonte: INMET E SINAN.

Como pode ser avaliada na análise diária de Maringá, a queda das temperaturas ocorrida em meados do mês de março (dia 18) propiciou a interrupção/estabilização do crescimento dos casos de dengue no município, sendo retomados posteriormente logo que a temperatura voltou a subir, corroborando assim com muitos estudos como o de LANA (2009), onde a autora relata que a resposta do vetor à temperatura é de aproximadamente uma semana (ROSEGHINI, 2012).

A correlação entre a temperatura diária e incidência de dengue ao aplicarmos um “lag” de sete dias é de 0.70 (ou 70%), apresentando alta significância nas amostras ( $P < 0,01$ ).

Para o período específico da epidemia em Maringá (fevereiro a maio de 2007), foi elaborada a análise rítmica dos tipos de tempo (Gráfico 22), a fim de identificar quais sistemas atmosféricos predominaram nos episódios de maior intensificação dos casos.

Durante a intensificação da epidemia, houve um predomínio da atuação da massa Equatorial Continental e a incursão de frentes frias e quentes, principalmente até o início de abril de 2007.

É possível observar também que após a passagem do sistema frontal no dia 18 de março e uma sensível queda de temperatura causada pela atuação da Massa Polar Atlântica, ocorre uma mudança no padrão dos sistemas atmosféricos, aumentando o predomínio da Massa Tropical Atlântica e a diminuição paulatina das frentes e das chuvas, o que possivelmente influenciou na queda do número de casos de dengue a partir de 12 de abril, direcionando assim o fim da epidemia.

Cabe ressaltar que, devido à dificuldade em obter os dados epidemiológicos diários para Campo Grande e Ribeirão Preto, não foi possível fazer a análise rítmica correlacionando os elementos climáticos com a epidemia de dengue para verificar como os sistemas atmosféricos interferem na dinâmica da dengue nas duas cidades.

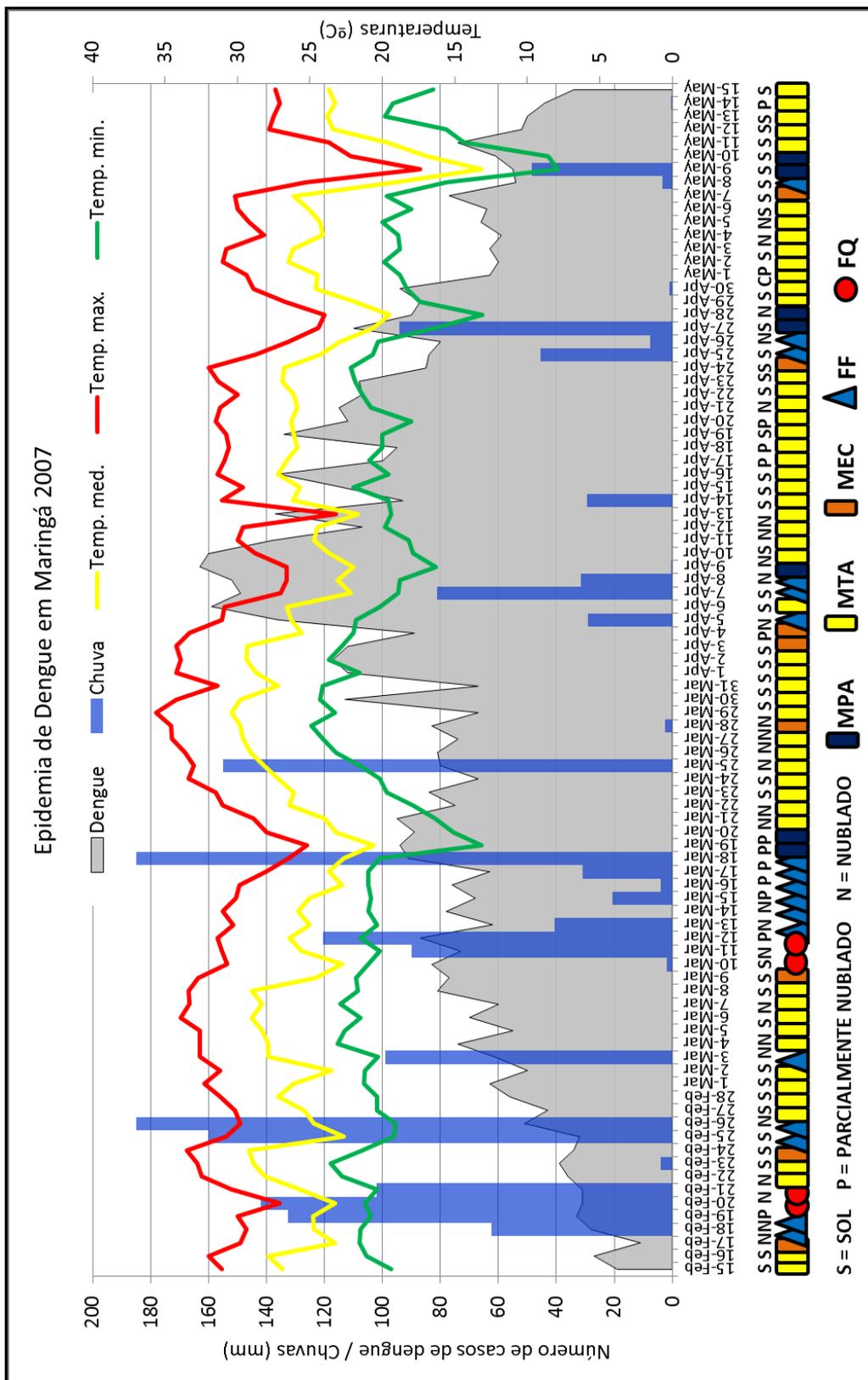


Gráfico 22 – Maringá: análise rítmica para o período epidêmico de 2007.

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da problemática estudada, motivadora das inquietações que nortearam essa tese, podemos concluir que, embora classificada como doença negligenciada pela Organização Mundial de Saúde, a dengue vem ganhando importância proporcional ao crescimento das notificações, das epidemias e mortes registradas ano a ano, além do avanço para áreas limítrofes, antes não endêmicas.

Está mais do que clara a emergência na busca de soluções ao problema, principalmente por se tratar de uma doença urbana em uma sociedade cada vez mais urbana.

Embora a pesquisa tenha enfrentado inúmeras dificuldades tanto na aquisição de dados epidemiológicos, quanto problema de ordem tecnológica (defeito em equipamentos), os resultados foram alcançados.

Esta investigação mostrou que o clima é importante para o desenvolvimento da doença nas três cidades, pois as epidemias de dengue ocorrem após o período chuvoso e tem forte relação com a temperatura em escala semanal para ambas.

Também ficou evidenciada que a ação de sistemas frontais e da Massa Equatorial Continental, no caso de Maringá, como deflagradores no número de casos durante a epidemia de 2006/2007. Já a predominância da Massa Tropical Atlântica, em conjunto com a diminuição das chuvas, funcionaram como limitadores ao avanço da epidemia, decretando inclusive o decréscimo no número de casos.

As três cidades apresentaram alto risco climático de infestação da dengue durante o período analisado, principalmente nas periferias das áreas centrais (bairros), corroborando assim com os dados das secretarias de saúde analisados. Este fato, conforme foi evidenciado nas análises, deve-se a elevada temperatura na área central que se torna limitante ao vetor, enquanto que nas áreas periféricas, menos verticalizadas e impermeabilizadas, foram propícias ao desenvolvimento do mosquito.

Também foi identificada a importância de outros fatores, tais como a presença de criadouros (disposição de lixo e abandono de piscinas) e as estratégias de controle, fatores que exigem uma análise mais profunda de sua dinâmica e impacto para a transmissão da doença, mas que serviram para avaliar o grau de comprometimento da população e do poder público com o problema.

Dada a complexidade da dengue, pesquisas como essa tem como elemento indispensável o intercâmbio multidisciplinar, com a interação entre profissionais das áreas de geografia, clima, biologia e saúde, auxiliando para a compreensão da doença, na criação de sistemas de alerta e melhorando as ações de controle epidêmico.

Outro fator importante identificado que favorece a circulação dos sorotipos e o aumento de casos de dengue é a mobilidade da população (inter e intra-fluxo de deslocamento urbano), fato evidenciado ao analisar a AUC-Maringá e as relações com Sarandi e Paiçandu através de seus movimentos pendulares.

Mesmo Campo Grande e Ribeirão Preto não apresentando conurbações com cidades vizinhas, a maioria das notificações de casos importados nas três cidades vêm de pequenas cidades na região devido à falta de assistência de saúde nas mesmas, forçando a população a ir para a cidade polo para encontrar hospitais e outros serviços de saúde de maior qualidade.

Fatores socioeconômicos, tais como a desigualdade e a pobreza também favorecem o fluxo de pessoas de cidades menores para as maiores, tanto na busca de melhores serviços de saúde, mas também para trabalhar e consumir, facilitando a disseminação da doença. Campo Grande, Maringá e Ribeirão Preto são o centro das suas regiões, e é natural que um maior fluxo de pessoas indo na direção deles, tanto de cidades vizinhas como de cidades em outros Estados.

Podemos concluir também que a tese alcançou, de forma satisfatória, os objetivos almejados, gerando um montante significativo de dados e informações que serão aproveitados *a posteriori*

Ficou evidente que as principais causas e consequências das alterações ambientais promovidas nas cidades estão relacionadas à população de maior risco, sendo indispensável que se criem formas de adaptação e mitigação dos impactos, sobretudo quando se consideram os grupos populacionais mais vulneráveis.

Assim, parece inequívoco afirmar que, embasado na hipótese levantada e nos estudos supracitados, a dengue não só se estabelece como uma doença urbana, como sofre grande influência do clima gerado pelas cidades, principalmente porque estas condições climáticas “artificiais” tendem a permanecer em longo prazo, pois não existem, pelo menos atualmente, projetos para mitigar os efeitos climáticos que a urbanização causa nestas áreas.

Por fim, enquanto situações como as evidenciadas nas Figuras 53 A e B persistirem, associadas às condições climáticas propícias, o problema da dengue dificilmente será resolvido nas cidades brasileiras.



Figura 47 A e B – Piscina e pneus abandonados, situação típica encontrada nas três cidades.

Somente com educação e consciência a população poderá combater as doenças que assolam as cidades, cuidando de forma crescente desses espaços cada vez mais urbanizados que intensificam as relações sociedade-natureza.

**REFERÊNCIAS:**

ALEIXO, Natacha C. R; SANT'ANNA NETO, João Lima. Percepção e riscos: abordagem socioambiental do processo saúde-doença. *In: Mercator*, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 191-208, mai./ago. 2011.

ANDRADE, I. J. M. **Geografia da saúde da população imigrante na Área Metropolitana de Lisboa**. Dissertação de Mestrado em Geografia, especialização em Urbanização e Ordenamento do Território. Universidade de Lisboa – Faculdade de Letras – (Teses; 21) 2008.

AQUINO JR, J. **A dengue na área urbana contínua de Maringá (PR): uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006-2007**. Dissertação de mestrado - UFPR – Curitiba, 2010.

ARRUDA, A. M. V. de. **Parcelamento do solo urbano em Campo Grande: visão crítica e roteiro legal**. Campo Grande : FAV/UNIDERP, 1997.

ANUNCIAÇÃO, V. S. **“Homens fecham janelas mulheres cobrem espelhos”:** **chuva e imprensa na cidade de Campo Grande/MS (1961-2007)**. Tese de doutorado, FCT/Unesp, Presidente Prudente, 2009.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. **Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuição para uma agenda de pesquisa**. Estudos avançados. Vol22 nº64. São Paulo, 2008.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BESANCENOT, J-P. **Climat et santé**. Paris: PUF, 2001. (Medicine et santé).

BESERRA, E. B; CASTRO JR., F. P; SANTOS, J. W; SANTOS, T. S; FERNANDES, C. R. M. **Biology and Thermal Exigency of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) from Four Bioclimatic Localities of Paraíba**. Neotropical Entomology – 35(6):853-860, 2006.

CASTELHANO, F; ROSEGHINI, W. F. F. **A utilização de Policloreto de Vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorologicos para aplicação em campo**. Revista Brasileira de Climatologia, 2012.

CONSOLI, R., OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. FIOCRUZ, 1994. 228p

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. 5. Ed. São Paulo: Atual, 2003.

CONFALONIERI U. E.C. Variabilidade Climática, Vulnerabilidade Social e Saúde no Brasil. Terra Livre, São Paulo, v I, n. 20, p.193-204, jan/jul. 2003.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos** – conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288 p.

DINKU, T., CHIDZAMBWA, S., CECCATO, P., CONNOR, S.J., ROPELEWSKI, C.F. **Validation of High-Resolution Satellite Rainfall Products over Complex Terrain in Africa**. *International Journal of Remote Sensing*, 29(14): 4097-4110, 2008.

DUMKE, ELIANE M. S. Clima Urbano/Conforto Térmico e Condições de Vida na Cidade – Uma Perspectiva a partir do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC). Tese defendida na Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento – MADE. UFPR/Curitiba, 2007.

EMBRAPA, **Banco de Dados Climáticos do Brasil**. Disponível em: <[www.bdclima.cnpm.embrapa.br](http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br)>, acessado em: 18/04/2011.

ENDLICH, A. M. **Maringá e o tecer da rede urbana regional**. 1998. 221 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1998.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. São Paulo: EDUSP, v.2, 1999.

HACK, L. P. O clima urbano de Petrópolis-RJ: análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: 2002, p.9- 113.

HAYDEN, M., UEJIO, C., WALKER, K., RAMBERG, F., MORENO, R., ROSALES, C., GAMEROS, M., MEARN, L., ZIELINSKI-GUTIERREZ, E., JANES, C. Microclimate and human factors in the divergent ecology of *Aedes aegypti* along the Arizona, US / Sonora, MX Border. **Eco Health**, pp.1–14, doi:10.1007/s10393-010-0288-z. 2010.

JOHANSSON, M.A; CUMMINGS, D.A.T; GLASS, G.E. **Multiyear Climate Variability and Dengue—El Niño Southern Oscillation, Weather, and Dengue**

**Incidence in Puerto Rico, Mexico, and Thailand: A Longitudinal Data Analysis.**

PLoS Med 6(11): e1000168. doi:10.1371/journal.pmed.1000168, 2009.

LANA, R. M; CARNEIRO, T. G. S.; HONÓRIO, N. A; CODEÇO, C. T. **Multiscale Analysis and Modeling of Aedes aegypti Population Spatial Dynamics.** Journal of Information and Data Management, Vol. 2, No. 2, Pages 211–220, June 2011.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate.** New York: Academia Press, 1981. 276 p.

LOWE, R; BAILEY, T. C; STEPHENSON, D. B; GRAHAM, R. J; COELHO, C. A. S; CARVALHO, M; BARCELLOS, C. **Spatio-temporal modeling of climate-sensitive disease risk: Towards an early warning system for dengue in Brazil.** Computers & Geosciences 37 Pg. 371–381, 2010.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** Curitiba: BADEP, 1968. 350 p.

MAIA, D. C. **Impactos pluviais na área urbana de Ribeirão Preto – SP.** Tese de doutorado – UNESP/Rio Claro, 2007.

MARINGÁ. Prefeitura Municipal de Maringá. Disponível em: <<http://www.maringa.pr.gov.br>>. Acesso em: 07 jun. 2011.

MARINGÁ. Prefeitura Municipal de Maringá. **Plano diretor de desenvolvimento de Maringá.** Maringá, 2000.

MENDES, C. M. **O edifício no jardim:** um plano destruído. A verticalização de Maringá. 1992. 384 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MENDES, C. M; GRZEGORCZYK, V. Centro, centralidade e verticalização em Maringá. In: MORO, D. A. (Org.). **Maringá espaço e tempo.** Ensaio de geografia urbana. Maringá: PPGG/UEM, 2003, p. 89-126.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno:** proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. 1995. 322 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. Revista RA'EGA, Curitiba, n. 4, p. 85-99. 2000. Editora da UFPR

MENDONÇA, F. **Clima e criminalidade: Ensaio analítico da correlação entre a criminalidade urbana e a temperatura do ar.** Curitiba/PR: Editora da UFPR, 2001.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: Uma perspectiva geográfica – Notas introdutórias. **Revista Terra Livre**, n. 20, AGB-DN, 2003.

MENDONÇA, F. S.A.U. - Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: **Impactos socioambientais urbanos.** Curitiba: UFPR, 2004.

MENDONÇA, F. et al. Rechauffement climatique global et expansion géographique de la dengue dans le Sud du Brésil. **Actes du XVII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie.** Caen/France, 2004. p. 209-212.

MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: Uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. **Revista Brasileira de Climatologia**, V.1, 2005, pg. 97-110.

MENDONÇA, F. Aquecimento Global e suas manifestações regionais e locais - Alguns indicadores da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, V.2, 2007, pg. 71-86.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. Mercator - volume 9, número especial (1), 2010: dez. DOI: 10.4215/RM2010.0901. 0010

MENDONÇA, F. A. ; ROSEGHINI, W. F. F. ; AQUINO JR, J. . CLIMATE CHANGE, WEATHER TYPES AND DENGUE: a comparative approach between Giruá (RS) and Maringá (PR) Brasil. In: UGI - 2011 : Conferencia Geografia Regional, 2011, Santiago. Chile. UGI 2011a - Conference Proceedingins. Santiago. Chile: UGI / FISA, 2011a. v. 1. p. 1-12.

MENDONÇA, F. A. ; ROSEGHINI, W. F. F. ; AQUINO JR, J. ; CASTELHANO, F. J. ; HOFFMAN, T. C. P. . SACDENGUE: Systeme d'Alerte Climato-Meteorologique de Prevention de L'epidemie de Dengue (Bresil). In: XXIV Colloque de L'association Internationale de Climatologie, 2011, Rovereto/Italia. Actes du XXIV Colloque de

l'Association Internationale de Climatologie. Ferrara/Italia: Universita de Ferrara, 2011b. v. 1. p. 411-416.

**MENDONCA, F. A.** ; LIMA, N. ; PINHEIRO, G. . Clima Urbano no Brasil: Analise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Revista Geonorte, v. 1, p. 626-638, 2012.

MONTEIRO, C. A de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: Estudo geográfico sob a forma de Atlas.** USP/IGEOP. São Paulo, 1973.

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

MONTEIRO, C. A. F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – estratégias na abordagem geográfica. **Geosul**, Florianópolis, n. 9, p. 80-114, 1990.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, n. 9, p. 61-79, 1990(b).

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1991. 233 p.

MONTEIRO, C. A. F. **De tempos e ritmos: entre o cronológico e o meteorológico para a compreensão geográfica dos climas.** Geografia. Rio Claro, v. 26, n. 3, 2001.

MONTEIRO, C.A.F. e MENDONÇA, F. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.

MORO, D. A. As áreas verdes e seu papel na ecologia urbana e no clima urbano. **Revista UNIMAR**, Maringá, v. 1, n. 2, 1976.

MINAYO, M. C. S. **Saúde e ambiente sustentável: estreitando nós.** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002.

MS. Ministério da Saúde do Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso.** 6ed.rev. Brasília, 2005.

MS. Ministério da Saúde do Brasil. **Programa Nacional de Controle da Dengue.** Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/saude> (captura no dia 10 de Junho de 2012).

OLIVEIRA, M.M.F. **Condicionantes Sócio-Ambientais Urbanos da Incidência da Dengue em Londrina/PR**. Dissertação de Mestrado em Geografia-UFPR: Curitiba, 2004.

OLIVEIRA NETO, A. F. de **Nas ruas da cidade: um estudo geográfico sobre as ruas e as calçadas de Campo Grande, MS**. Campo Grande : UFMS, 1999.

OPAS. **Organização Pan-Americana de Saúde. Saúde nas Américas: 2007**. Washington, OPAS, Publicação Científica e Técnica No. 622. D.C.: OPAS, 2007. [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/salud\\_americas\\_v1\\_p1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/salud_americas_v1_p1.pdf)

OPAS. Organización Panamericana de la Salud. **Sistemas de información geográfica em Saúde: Conceitos básicos**. Brasília: OPAS, 2010. (site: [www.opas.org.br/sistema/fotos/Clima.pdf](http://www.opas.org.br/sistema/fotos/Clima.pdf))

OPAS. Organização Panamericana de Saúde. Avanços para superar o impacto global de doenças tropicais negligenciadas. Primeiro relatório da OMS. OPAS, 2012.

PAULA, E. V. **Dengue: Uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Estado do Paraná. Curitiba: UFPR, 2005. Dissertação de Mestrado**.

OKE, T.R. **Boundary layer climates. Second Ed**. London: Methuen, p. 435, 1987

PRINN, R., H. JACOBY, A. SOKOLOV, C. WANG, X. XIAO, Z. YANG, R. ECKAUS, P. STONE, D. ELLERMAN, J. MELILLO, J. FITZMAURICE, D. KICKLIGHTER, G. HOLIAN & Y. LIU. **Integrated Global System Model for Climate Policy Assessment: Feedbacks and Sensitivity Studies**. *Climatic Change* 41(3/4): 469-546 1999.

REITER, P. Climate change and mosquito-borne disease. **Environmental Health Perspectives Supplements**. Volume 109, Number S1, March, 2001

REITER, P. DengueTools: innovative tools and strategies for the surveillance and control of dengue. **Glob Health Action** 2012, 5: 17273 - DOI: 10.3402/gha.v5i0.17273

ROJAS, L. I. Geografia y salud: temas y perspectivas en América Latina. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 1998

ROSEGHINI, W. F. F.; MENDONÇA, F.; CECCATO, P.; FERNANDES, K. Dengue epidemics in Middle-South of Brazil: climate constraints and some social aspects. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol 9, 2012.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

RUIZ, D; CONNOR, S J.; THOMSON, M. C. **A Multimodel Framework in Support of Malaria Surveillance and Control**. In: Thomson et al. (eds.), *Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health*. p.101. Springer Science Business Media B.V. 2008.

SABROZA, Paulo Chagastelles, TOLEDO, Luciano Medeiros e OSANAI, Carlos Hiroyuki. A organização do espaço e os processos endêmico-epidêmicos. In: LEAL, Maria do Carmo (orgs.). **Saúde, ambiente e desenvolvimento (vol.II): Processos e conseqüências sobre as condições de vida**. São Paulo: Hucitec, 1992, p.57-78.

SAFATLE, A. Para onde vamos? **Revista Página 22**, Especial Cidades. São Paulo, n. 9, p. 18-25, jun. 2007.

SANTOS, Milton. *A urbanização brasileira*. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS, Almerinda dos; MARÇAL Jr., Oswaldo. Geografia do Dengue em Uberlândia(MG), Na Epidemia de 1999. **Caminhos de Geografia – Revista On Line**. Uberlândia. Ano 3. Ed.11 pág. 35-52. Fevereiro, 2004.

SANTOS, J. W. M. C. **O clima urbano de Maringá**: ensaio metodológico para cidades de porte médio e pequeno. 1996. 172 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SILVA, CARLOS B; BRIGATTI, N; SANT'ANNA NETO, J.L. **Análise da Tipologia Termo- Pluviométrica e do Ritmo Climático na Região do Extremo Oeste Paulista: Uma Contribuição Para a Organização do Espaço**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – 2005.

SORRE, M. A adaptação ao meio climático e biossocial - geografia psicológica. In: MEGALE, J. F (Org.). In: **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984. (Coleção Grandes Cientistas Sociais, 46).

SNYDER, W. C., WAN, Z., ZHANG, Y., & FENG, Y. Z. **Classification-based emissivity for land surface temperature measurement from space**. *International Journal of Remote Sensing*, 19(14), 2753–2774, 1998.

TAUIL, P. Urbanização e ecologia do dengue. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 17(Suplemento):99-102, 2001.

TEODORO, P. H. M. O clima na urbanização e no planejamento de Maringá/PR: uma contribuição metodológica e de aplicabilidade urbana para os estudos hidrometeorológicos. 2008. 398 p. FCT/UNESP - Presidente Prudente, 2008.

VANCUTSEM, C; CECCATO, P; DINKU, T; CONNOR, S. J., **Evaluation of MODIS land surface temperature data to estimate air temperature in different ecosystems over Africa**, *Remote Sensing of Environment*, Volume 114, Issue 2, Pages 449-465, ISSN 0034-4257, 10.1016/j.rse.2009.10.002, 2010.

WAN, Z. M., ZHANG, Y. L., ZHANG, Q. C., & LI, Z. L. **Validation of the land-surface temperature products retrieved from Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer data**. *Remote Sensing of Environment*, 83(1–2), 163–180, 2002.

WHO, **World Health Organization**. Global alert and response. Dengue/dengue hemorrhagic fever. Available at <http://www.who.int/csr/disease/dengue/en> Access: December 2011.