



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

A DISTRIBUIÇÃO DO DENGUE NO ESTADO DE SÃO PAULO E SUAS RELAÇÕES
COM O CLIMA

Aluna: Thais Tamara de Andrade

Orientador: Prof.Dr. Antonio Carlos Tavares

Rio Claro (SP)

2013

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.	08
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.	12
2.1 Objetivo geral.	12
2.2 Objetivo específico.	12
2.3 Justificativa	12
3. DENGUE E CLIMA.	15
4. TEMPERATURAS E DENGUE NO ESTADO DE SÃO PAULO EM 2007 E 2008.	25
5. CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA E TIPOS DE TEMPO.	34
6. CONCLUSÕES.	44

Introdução

A concepção climática de Sorre (1951, p.13), para quem o clima é “o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um lugar em sua sucessão habitual”, norteou, na segunda metade do século XX, a maioria dos estudos de climatologia realizados por geógrafos no Brasil. A idéia de Sorre dá ênfase aos estados da atmosfera, isto é, às diversas combinações que caracterizam o tempo meteorológico, entendido, portanto, como a essência do clima. Seres vivos, processos morfogenéticos, regime dos rios e atividades exercidas pelo homem estão vinculados às situações atmosféricas vigentes. É a intensidade dos episódios pluviais que propicia a erosão do solo ou comanda a abertura da comporta das barragens. Sente-se calor ou frio diante do tipo de tempo reinante. A série de estados atmosféricos citada por Sorre pode ser interpretada como diversos tipos de tempo, que se encadeiam segundo uma sucessão habitual e se refletem na disposição dos climas pelas diferentes zonas do globo.

Tomando como ilustração o clima tropical, vê-se que ele é caracterizado pela presença de um período chuvoso, que abrange os meses de primavera e verão, quando há aumentos da nebulosidade e da temperatura, e por outro seco, que compreende as estações de outono e inverno, ocasião em que o céu é limpo e há declínios térmicos. Na área mediterrânea as chuvas ocorrem no inverno, sob a ação das frentes frias, e o verão, graças ao predomínio dos anticlones subtropicais, é caracterizado como uma estação seca. A distribuição dos tipos de tempo, ao longo do ano, caracteriza a sucessão habitual dos estados atmosféricos ou o ritmo climático, que, para Machado (1988, p.8) é “uma oscilação em que sucessivos máximos e mínimos ocorrem, aproximadamente, em intervalos de tempo iguais”, sendo a oscilação climática, segundo a Organização Meteorológica Mundial (1966, p.27) “uma flutuação em que a variável tende a se mover, gradual e lentamente, entre máximos e mínimos sucessivos”.

Todavia, os dados registrados em um ano não são repetidos no outro. Eles podem ficar próximos de um valor esperado, muito aquém dele ou superá-lo em demasia. Esse fato é facilmente percebido quando se lida com as

precipitações, pois a chuva pode abundar no período tido como seco e falhar na época considerada chuvosa. Tais irregularidades estão vinculadas à circulação atmosférica e caracterizam a variabilidade do clima. Elas foram claramente mostradas nos estudos sobre a dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo (MONTEIRO, 1973) e nas relações da Frente Polar Atlântica com as chuvas de inverno na fachada sul-oriental brasileira (MONTEIRO, 1969). Segundo suas palavras,

atendo-se apenas ao último decênio podemos encontrar em São Paulo uma claríssima ilustração dessas irregularidades. O ano de 1963 caracterizou-se pela ocorrência de uma seca acentuada no Estado, culminando com o esvaziamento quase completo dos reservatórios do planalto paulistano, criando não só problemas de abastecimento de água à cidade, como atingindo limites críticos à energia elétrica no parque industrial na área metropolitana. Já no ano seguinte, com verões surpreendentemente chuvosos, sanaram-se as deficiências hídricas, atingindo os reservatórios a capacidade total. Os verões de 1966 e 1967, não apenas em São Paulo, mas no sudeste brasileiro, deixaram um registro nefasto pelos episódios calamitosos de que se revestiram. Ainda estão vivos na memória os episódios de Caraguatatuba, Serra das Araras e Guanabara. Já o verão de 1967/68 registrou deficiências de chuva em meses normalmente mais chuvosos. Essas deficiências prolongaram-se pelo ano seguinte, refletindo-se nos reservatórios da metrópole (MONTEIRO, 1971, p.1).

Christofolletti (1991, p.18) denominou de variabilidade do clima “a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro”. A variabilidade climática poderá ser mais bem observada quanto maior for o período de dados, pois ela é fruto das características dinâmicas da circulação atmosférica e está estreitamente vinculada à concepção de intervalos de recorrência. Assim sendo, se as características zonais respondem pelas feições do ritmo climático, a circulação atmosférica, em estreita interação com os aspectos geográficos de uma determinada área, é a responsável pela variabilidade do clima.

As manifestações do fenômeno ENSO (El Niño – Oscilação Sul) e de sua antítese (La Niña), por exemplo, com o aquecimento ou resfriamento

anômalo das águas do Pacífico, interferem nas temperaturas e nas precipitações no território brasileiro, causando invernos mais rigorosos, ondas de calor, secas ou enchentes.

Molion (2006) associou a distribuição das chuvas no Brasil com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Em sua fase fria este fenômeno, que possui anomalias negativas nas águas do Pacífico Tropical e anomalias positivas nas zonas extratropicais, favorece o aumento da frequência dos episódios de La Niña. Na fase quente a configuração é inversa e nela são intensificados os acontecimentos de El Niño. Cada fase tem uma duração entre 25 e 30 anos.

Tal como no Pacífico, o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical sobre o Atlântico está associado à localização das áreas mais aquecidas. Esse sistema atmosférico é o principal responsável pelas precipitações sobre o Oceano Atlântico e áreas continentais adjacentes. Em seus deslocamentos sazonais a Convergência Intertropical alcança até cerca de 10° S, em março e abril, quando atua na região Nordeste, e, entre 10° N e 15° N, em agosto, quando propicia chuvas no noroeste africano, incluindo o Sahel. Caso os alísios de sudeste adquiram velocidades acentuadas diante do fortalecimento das pressões no Anticiclone de Santa Helena, a Zona de Convergência Intertropical é deslocada para o hemisfério norte, em sintonia com o resfriamento da porção austral do Atlântico. Este fenômeno é denominado dipolo positivo do Atlântico. O dipolo negativo ocorre com o Atlântico Sul aquecido e com a Zona de Convergência Intertropical atuando nos estados nordestinos, acarretando precipitações abundantes.

No entanto, a variabilidade climática, com mudanças significativas na temperatura e precipitação, pode, também, atuar na proliferação de doenças, como no caso do dengue, que é transmitida aos humanos, sobretudo pelas fêmeas do mosquito *Aedes aegypti*. O clima e o tempo são muito importantes para este mosquito, haja vista que para ele sobreviver precisa de temperaturas entre 15° C e 35° C e da ocorrência de precipitações, já que o acúmulo de água é necessário para a sua reprodução.

A maior parte do Brasil intertropical possui climas com temperaturas elevadas e altos valores pluviométricos, que, nas regiões centro-oeste, sudeste, limite sul da Amazônia e sertão do Nordeste, se distribuem em dois períodos distintos, primavera e verão chuvosos e outono e inverno com pluviosidade deficiente. Ora, no início do ano, fruto do crescimento das precipitações e das temperaturas elevadas, há condições propícias para o crescimento das populações dos mosquitos *Aedes aegypti*, que se reproduzem na água. Assim sendo, nestas regiões as epidemias de dengue tendem a eclodir no primeiro semestre, se tornando estáveis ou regredindo a partir dos meses de inverno.

No Brasil de sudeste, principalmente nos estados mais próximos da região Sul, por ocasião dos eventos El Niño, o bloqueio dos sistemas frontais nas latitudes tropicais pelo Anticiclone do Atlântico, associado ao aumento das temperaturas e da umidade na atmosfera, provoca, também, aumento das precipitações, o que, teoricamente, constitui uma condição favorável à propagação da dengue, desde que haja a infestação dos mosquitos pelo vírus causador da doença.

Dessa forma, parece interessante verificar de que forma a variabilidade climática propiciada pelo fenômeno El Niño e sua antítese, La Niña interferem em epidemias de dengue e esta se constitui na preocupação deste estudo.

Objetivos e Justificativas

Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral uma pesquisa sobre a incidência do dengue no estado de São Paulo durante 2007 e 2008, escolhidos porque no início do primeiro ano mencionado, ocorreu no Pacífico Equatorial uma mudança do fenômeno El Niño para La Niña, isto é, de anomalias positivas de temperatura para negativas. A pesquisa, portanto, buscará conhecer a influência destes fenômenos, responsáveis pela variabilidade do clima, na ocorrência do dengue.

Objetivos Específicos

- Verificar a distribuição espacial dos municípios com maior ocorrência de casos de dengue em relação ao número de habitantes;
- Buscar a relação entre a maior incidência de dengue e a distribuição das temperaturas e das chuvas;
- Elaborar uma análise da circulação atmosférica a fim de relacionar tipos de tempo predominantes com a incidência da dengue.

Justificativas

O estudo se justifica porque o dengue é um dos maiores problemas de saúde pública existentes no Brasil. A doença atinge, desde a década de 1980, a cada ano, milhares de brasileiros, exigindo um grande número de internações e causando vários óbitos.

a primeira epidemia de dengue com confirmação laboratorial acontece em 1982, na cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima... A propagação viral para o resto do país não se dá a partir desse episódio pelo fato de o mesmo ter sido rapidamente controlado e porque o *Aedes aegypti* não estava ainda disperso no território brasileiro. O dengue só reaparece no Brasil cinco anos depois, na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro... A partir daí, a virose se dissemina para outras cidades vizinhas, inclusive Niterói e Rio de Janeiro, notificando-se 33.568 casos em 1986 e 60.342 em

1987, com taxas de incidência de 276,4 e 491,1 por 100 mil habitantes, respectivamente. Também em 1986, registram-se casos de dengue em Alagoas e em 1987 no Ceará, com elevadas taxas de incidência de, respectivamente, 411,2 e 138,1 por 100 mil habitantes. Ainda em 1987, ocorre epidemia em Pernambuco, com 31,2 casos por 100 mil habitantes, e surtos localizados em pequenas cidades de São Paulo, Bahia, e Minas Gerais. Após essas primeiras epidemias de dengue clássico, observa-se um período de dois anos que se caracteriza pela baixa endemicidade. Em 1990, ocorre um recrudescimento de grandes proporções... no Rio de Janeiro, onde a incidência atinge 165,7 por 100 mil habitantes, naquele ano, e, em 1991, 613,8 casos por 100 mil habitantes. Nos dois primeiros anos da década de noventa a incidência da doença manteve-se quase que inteiramente restrita aos estados citados anteriormente, acrescentando-se poucas notificações oriundas de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul. Nos anos subsequentes, a circulação viral se expande rapidamente para outras áreas do território brasileiro. Cabe destacar a gravidade da epidemia de 1994 no Ceará, com 47.221 notificações e uma taxa de incidência de 711,88 por 100 mil habitantes (TEIXEIRA, BARRETO E GUERRA, 1999, p.17/18).

Nestes mais de trinta anos os números de casos têm demonstrado uma alternância entre picos de incidência da doença com outros de quedas acentuadas nas ocorrências. No entanto, a cada surto, os números de casos crescem acentuadamente em relação aos anteriores. Isto se verifica quando se analisam as notificações feitas no Brasil e também no estado de São Paulo, conforme a figura 1. No Brasil foram registrados picos de incidência nos anos de 1991, 1998, 2002, 2008 e 2010, No primeiro deles houve 71 casos para cada 100 mil habitantes e, no último, 530 notificações. A mesma tendência se verificou no estado paulista, onde, em 2001, 137 pessoas adoeceram entre cada 100 mil habitantes e, em 2010, 503 registros foram feitos. Esta tendência é causa de preocupação, pois além dos sofrimentos que acometem os atingidos pela doença e seus familiares, há um custo que se multiplica com os tratamentos e a prevenção.

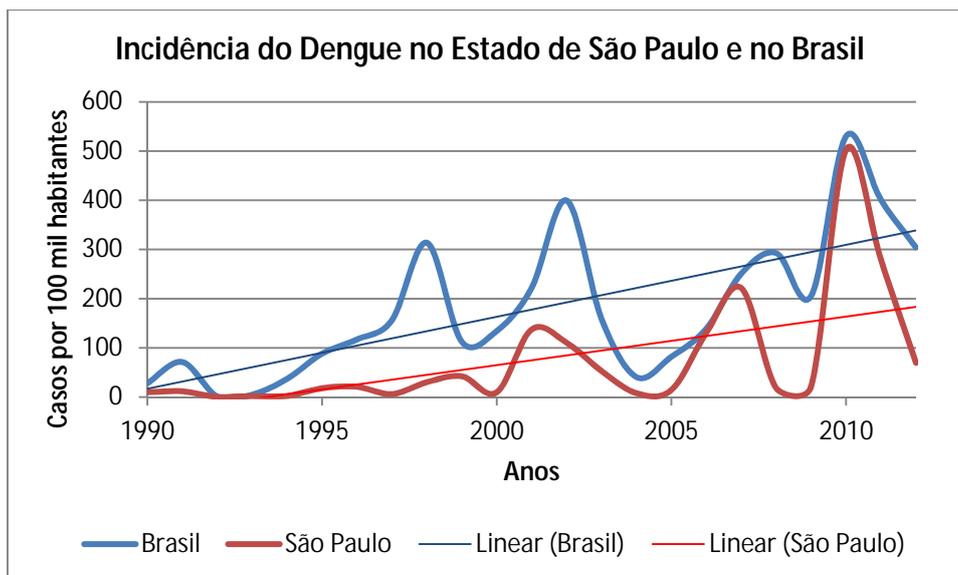


Figura 1 – A incidência do dengue demonstra um crescimento acentuado de pessoas acometidas pela doença a cada surto no Brasil e em São Paulo. Fonte: Portal da Saúde (Brasil, 2013).

Os custos diretos com a doença incluem os gastos com a capacitação de pessoal destinado à prevenção (médicos, enfermeiros, agentes de saúde); com a mobilidade das pessoas envolvidas e a adequação às ações preventivas (veículos, equipamentos, inseticidas); com as campanhas de esclarecimentos; e com a assistência ambulatorial e internações hospitalares. Os custos indiretos envolvem a perda de produtividade, causada pela ausência prolongada das pessoas do trabalho, que afetam os empregadores, mas também as famílias e o governo, à medida que, em muitos casos, os trabalhadores, entre os quais autônomos, passam a receber da Previdência Social valores menores do que seus proventos mensais.

Assim sendo, estudos voltados ao dengue, que possam associar a doença com aspectos do clima, podem prever os surtos e, dessa forma, contribuir com as ações preventivas, minimizando o número de pessoas infectadas, evitando óbitos e internações e reduzindo custos diretos e indiretos.

Dengue e Clima

O dengue é uma doença que se caracteriza por um estado febril agudo, dores generalizadas pelo corpo, de etiologia viral e que, de modo geral, apresenta uma evolução benigna, exceto quando se apresenta na forma hemorrágica ou associada com outras complicações.

Aedes aegypti, é o vetor responsável pelo vírus da dengue e febre amarela urbana, é uma arbovirose (vírus que pode ser transmitido do mosquito para o homem) e sua maior incidência são em países de clima tropical pelas condições climáticas que favorecem sua reprodução. O clima é muito importante para a sobrevivência do *Aedes aegypti*, haja vista que ele precisa de temperaturas do ar entre 15° e 35° C para sobreviver e se reproduzir (PEREDA, ALVES e RANGEL, 2011). Assim, ele se adequa às regiões intertropicais e subtropicais (figura 2), mas, sem dúvida, encontra condições privilegiadas para sua propagação, do ponto de vista térmico, nas primeiras, o que torna o Brasil um país propício para a sua proliferação.



Figura 2 - Área de propagação da dengue, incluindo as latitudes tropicais e subtropicais.
Fonte: Barreto e Teixeira, 2008, p. 54.

Segundo informações da Fundação Oswaldo Cruz, o dengue é originário do Egito e foi introduzido no Brasil através das Grandes Navegações. No início

do século XX o mosquito causou grandes transtornos à população pela transmissão da malária, com intensos combates ele foi erradicado do nosso país, no entanto, por descuidos e inconstâncias na prevenção em 1960 foram registrados novos casos, e desde então o mosquito está presente em todo território nacional.

No ano de 1846 há referências de uma epidemia de dengue, que teve duração de dois anos e esteve presente no Rio De Janeiro, São Paulo, Salvador. Acredita-se que os portos era a porta de entrada para este tipo de arboviroses, já que neste tempo o dengue não era encontrado no Brasil, era importado geralmente da América Central e ainda não era conhecida como dengue e pouco se sabia da doença.

Em 1960 o dengue reinviadiu o Brasil, sendo o ano de 1980 um ano de fortíssima epidemia com até um milhão de pessoas infectadas com o sorotipo DEN-1 e DEN-4 e é a partir daí que as análises clínicas comprovavam o vírus presente nos indivíduos. Neste período o Brasil já vivia intensa urbanização, o país estava fortemente industrializado e trazia da zona rural grande parte dos seus trabalhadores, aglomerando-os nas cidades com pouca ou nenhuma infra-estrutura para receber estes migrantes.

O mosquito *Aedes Aegypti* escolhe o ambiente urbano para viver e se reproduzir. A fêmea é de espécie hematófaga (se alimenta de sangue), ou seja, ela precisa do sangue humano para poder se reproduzir, mas a doença só é transmitida se a pessoa picada tiver um dos sorotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4), o vírus se multiplica no intestino passando para as glândulas salivares e é através da saliva que o vetor se transforma em transmissor permanente da doença. Quando fértil, as fêmeas chegam a depositar até 200 ovos. O ciclo de vida da fêmea é de 30 chegando até 40 dias, podendo ovipor várias vezes com uma única copulação.

As fêmeas do *Aedes aegypti* postam seus ovos junto às paredes úmidas acima de superfícies líquidas. Pneus usados, por exemplo, constituem um local ideal para isso, pois suas configurações permitem o acúmulo de água e a criação de áreas escurecidas, preferidas para criadouros. O contato com a água permite o amadurecimento e a eclosão dos ovos. Daí a importância das

precipitações, ao lado das temperaturas, pois nos climas chuvosos, há condições para o acúmulo de água em recipientes naturais ou artificiais (figura 3) e isso reforça as condições brasileiras como privilegiadas para a difusão do *Aedes aegypti*, já que, com exceção do semiárido nordestino, a pluviosidade é elevada em todas as áreas do território nacional, concentrada em períodos específicos, como no Centro-Oeste ou no Sudeste (primavera/verão), ou distribuídas de forma equânime, como em partes da Amazônia e no sul do país.

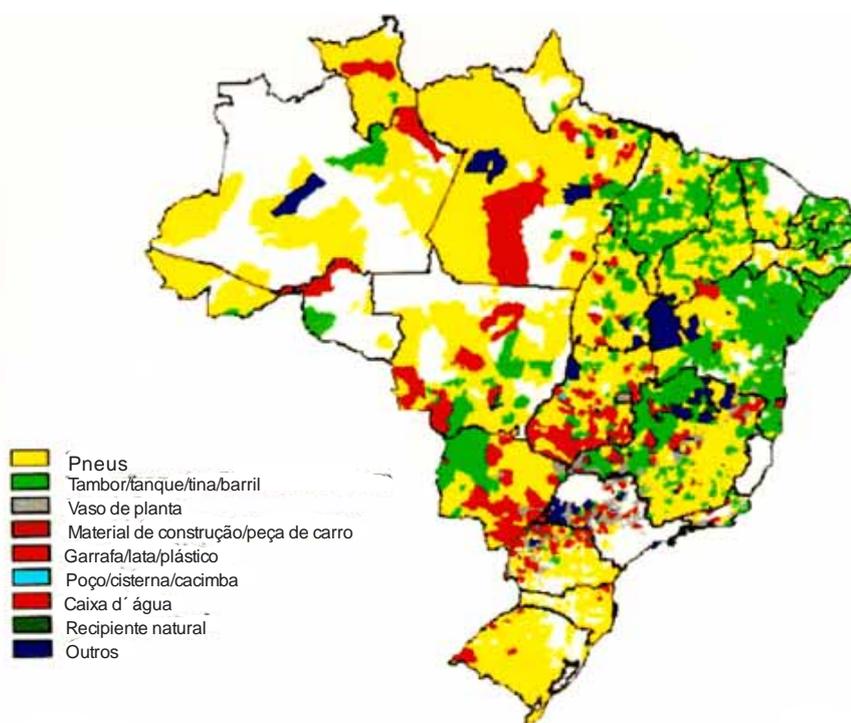


Figura 3 - Distribuição no Brasil dos recipientes propícios à proliferação do *Aedes aegypti*
 Fonte: Teixeira, Barreto e Guerra, 1999, p. 13

As fêmeas do *Aedes aegypti* não se deslocam por grandes distâncias, sua mobilidade é de normalmente 500 metros, chegando à no máximo 1.000 metros. Quando a fêmea localiza um lugar seguro para ovipor, ela permanece no local até seu fim de vida, procurando salvaguardar sua prole. Isto acontecendo ela permanecerá em torno do local onde se deu a oviposição. As cidades por constituírem nichos apropriados à reprodução do mosquito e em

razão da grande densidade populacional são áreas propícias à proliferação da doença.

No entanto, os ovos do *Aedes aegypti* podem resistir a um tempo muito longo sem água, cerca de um ano. Por isso podem ser transportados de um local para outro, com facilidade, naturalmente, pelo vento, ou no meio de objetos transportados pelo homem. Tal mobilidade é responsável pela disseminação do mosquito por vastas áreas e também a maneira principal pela qual esta espécie resiste aos períodos mais secos e frios.

Ao lado das características dos climas regionais encontrados no Brasil e que favorecem a ocorrência do dengue, é preciso lembrar que as cidades geram feições climáticas peculiares, ao que se atribui a designação de clima urbano, entre as quais se destacam o aumento das temperaturas, que levam à formação de “ilhas de calor”, e o crescimento das precipitações. As temperaturas mais elevadas se explicam pela impermeabilização do solo, pelos labirintos formados pelas edificações, pela ausência de superfícies vegetadas e líquidas que favoreçam a evaporação e pelo calor antrópico fornecido à atmosfera por veículos automotores e sistemas industriais. A maior pluviosidade decorre de movimentos convectivos intensificados pelas “ilhas de calor”, da rugosidade propiciada pela diversidade de edificações, que intensifica o atrito, diminuindo a velocidade dos ventos e criando uma área de convergência, e das emissões que adicionam ao ar vapor de água e materiais particulados, como os nitratos, caracterizados como bons núcleos higroscópicos, imprescindíveis à formação de nuvens produtoras de chuvas. Assim, com a interferência que produzem na atmosfera, os núcleos urbanos, do ponto de vista climático, tornam-se áreas incentivadoras à sobrevivência e procriação do *Aedes aegypti*.

Tendo em vista que temperaturas elevadas favorecem a reprodução do mosquito, a ocorrência do fenômeno El Niño, aquecendo o Pacífico e a América do Sul, tende a ser favorável à eclosão de surtos do dengue. Desse modo os picos de incidência da doença no Brasil e no estado de São Paulo, conforme mostrado na figura 1, foram concomitantes ou se seguiram a eventos El Niño. Assim, o número mais elevado de casos no território brasileiro nos

anos de 1998, 2002, 2008 e 2010 esteve associado às ocorrências do El Niño de 1997/1998, 2002/2003, 2006/2007 e 2009/2010, a primeira forte, as duas seguintes médias e a última fraca (CPTEC/INPE, 2013). Da mesma maneira surtos eclodiram em São Paulo nos anos de 1999, 2001/2002, 2007 e 2010. Entretanto, como a cada surto o número de casos se eleva, sem correlação direta com a intensidade do El Niño, fica claro que há outros fatores interferindo na propagação da doença e a precipitação, entre os parâmetros naturais, com certeza, é um deles.

Estudo sobre a dengue no Rio de Janeiro mostrou que

nos anos em que as epidemias tiveram início, as temperaturas foram significativamente mais altas que nos demais anos, especialmente as mínimas, sugerindo ser a temperatura um fator crítico para o início das epidemias. Sendo a temperatura mínima o fator que limita a maturação do vírus (período extrínseco) no culicídeo, ela pode ser o parâmetro crítico para definir a possibilidade de uma epidemia, no caso em que a população seja suficientemente susceptível ao vírus circulante. A temperatura do segundo ano da epidemia não parecia ser importante, sendo crítico apenas o valor médio da temperatura mínima do primeiro trimestre dos anos em que as epidemias tinham início. Isto sugere que, uma vez deflagrada a epidemia, ela seguia seu curso até esgotar-se com a redução de hospedeiros susceptíveis, o que se dava em dois verões sucessivos. Os números mensais de casos notificados de dengue eram sempre maiores quando a média da temperatura mínima mensal estava acima de 22° C e o volume mensal total de chuvas estava abaixo de 200 mm. Concluimos que os verões quentes e secos parecem ser propícios à dengue na Cidade do Rio de Janeiro (CÂMARA et al., 2009, p.139).

Pereda, Alves e Rangel (2011) se utilizaram de modelos, com variáveis climáticas e socioeconômicas, para explicar a ocorrência do dengue em todas as regiões brasileiras. Com relação às variáveis climáticas apresentaram as seguintes conclusões:

a temperatura mínima do mês teve impacto positivo na dengue em todas as regiões analisadas, indicando que regiões com a temperatura muito baixa teriam menores incidências da doença. Já com relação à variável da temperatura máxima, esta apresentou

impacto significativo e negativo para todas as regiões, exceto a região Norte. Sabe-se que o mosquito da dengue não suporta altas temperaturas, logo o sinal negativo era esperado. Entretanto, para a região Norte, a alta umidade parece tornar esse efeito mais ameno. Os efeitos estimados para a relação entre a quantidade de chuvas e a incidência de dengue mostram uma relação não linear entre as variáveis. Com exceção à região Nordeste, os efeitos se mostraram positivos, porém decrescentes conforme a quantidade de chuvas aumenta. Para a região Centro-oeste, o efeito pode ser considerado positivo para meses em que o acúmulo de chuvas foi maior do que 60 milímetros (PEREDA, ALVES e RANGEL, 2011, p.18).

Passos et al (2003) e Ribeiro et al. (2006) estudaram a ocorrência de casos de dengue em São Sebastião, estado de São Paulo, focalizando a epidemia ocorrida no ano de 2001. Os primeiros autores constataram que, na cidade, a infestação domiciliar pelo *Aedes aegypti* ocorreu no final de 2000, enquanto o processo epidêmico teve início por volta de fevereiro de 2001, indicando um espaço de tempo entre infestação e o início da epidemia. O trabalho posterior observou que os índices de infestação vetorial apontaram a existência de elevadas densidades larvárias nos primeiros e últimos meses do ano, épocas de mais calor e chuvas, representando, potencialmente, um maior número de picadas. Os autores verificaram ainda que

foi observada a associação entre o número de casos, pluviosidade e temperatura considerando o tempo entre o fato biológico, a transmissão, e o registro dos casos no sistema de informação. Esse *time-lag* revelou associação significativa no segundo, terceiro e quarto mês de observação, ou seja, a chuva e a temperatura de um determinado mês contribuíram para explicar o número de casos de dengue de dois até quatro meses depois. As respectivas forças de associação aumentaram e depois se estabilizaram, variando de 60 a 80% dependendo do mês no referido período (RIBEIRO et al. 2006, 675).

Este tempo decorrido entre a manifestação larval e o surto da doença é esperado, pois, após picar um doente no período de viremia, o mosquito só passa a transmitir o vírus depois de um prazo de incubação próximo de dez

dias. A seguir ele pode transmitir o dengue ao picar alguém susceptível e a pessoa picada, antes de assumir um estado sintomático, passa por um período de incubação de cerca de seis dias. Para que haja um surto é preciso que várias pessoas contraíam a doença para que possam, caso picadas no período de viremia, por meio dos mosquitos, transmitir a doença para outras.

Paula (2005) ao estudar o dengue no Paraná também detectou associações entre o clima e a doença. Observou o autor que, entre 1995 e 2003, o ano de 1996 registrou a menor média térmica do período para a estação do inverno, o que pode ter reduzido a população dos vetores, e o verão do ano de 1997 se caracterizou pelos maiores valores pluviométricos entre os anos mencionados, o que pode ter contribuído para a lavagem das larvas. Como resultado o ano de 1997 se caracterizou como aquele em que ocorreu o maior declínio do dengue no estado. No ano de 2000, o mais frio entre os analisados devido às baixas temperaturas do outono e do inverno, a quantidade de casos da doença registrados também foi pequena.

Do ponto de vista espacial (figura 4)

o *Aedes aegypti* encontra-se restrito à porção norte-noroeste-oeste do estado, região na qual predomina o tipo climático Cfa, mais quente e cujas chuvas concentram-se, sobretudo, no verão; ao se comparar o mapa em que a temperatura média histórica está representada com aquele da infestação deste vetor, nota-se que índices de infestação médios a muito alto, ou seja, maior que 1%, são encontrados somente em municípios nos quais os valores térmicos médios anuais são superiores a 20° C. Na região de transição entre os tipos climáticos Cfa e Cfb (porção central do estado) verifica-se a existência de inúmeros municípios com infestação muito baixa (inferior a 1%). Na região mais fria do estado, onde predomina o tipo climático Cfb, são várias as cidades livres da presença deste mosquito, sendo que naquelas onde ele é encontrado verifica-se, em geral, a existência de áreas urbanas de destaque, assim como de vias de acesso importantes. Apesar da porção litorânea do Paraná demonstrar características climáticas semelhantes à região de maior infestação, o vetor foi encontrado em porcentagem muito reduzida apenas em Paranaguá (0,002%); acredita-se que tal fator esteja

associado aos padrões de uso e ocupação do solo (PAULA, E. V. de, 2005, p.129)

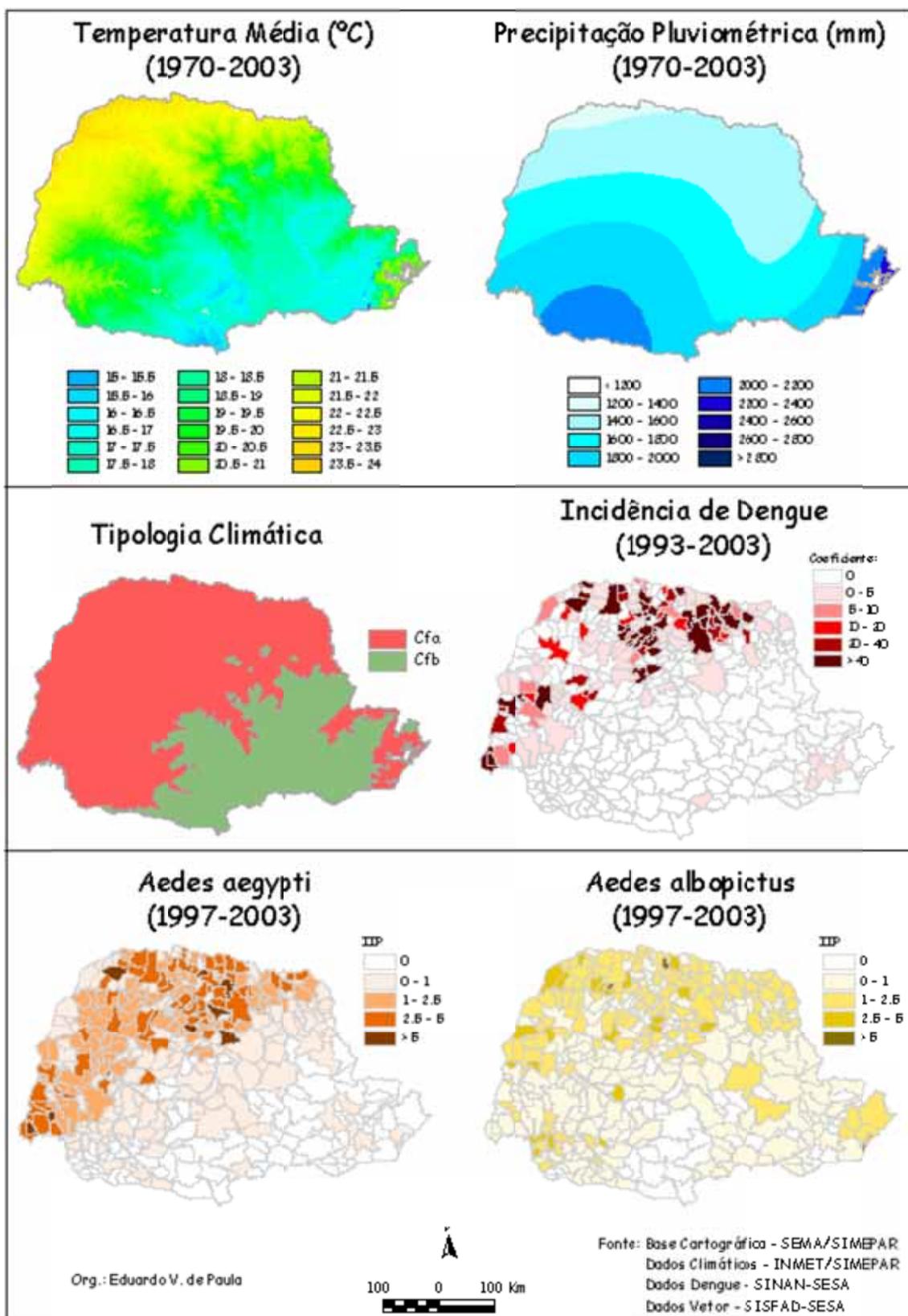


Figura 4 – Características climáticas (temperatura e chuva), incidência de dengue e infestação de *Aedes aegypti* e do *Aedes Albopictus*. Fonte: Paula, E. V. de, 2005, p. 128.

Diante dos resultados apresentados pelas pesquisas, parece que os surtos de dengue estão associados aos anos com temperaturas mais elevadas, sobretudo as mínimas. A eclosão dos ovos depende das precipitações. Assim, a ocorrência de secas não é propícia à propagação da doença, mas chuvas extremamente abundantes podem carregar as larvas e atuar no extermínio da população de mosquitos. Dessa forma, no clima tropical, como o vigente no interior do estado de São Paulo, o *Aedes aegypti*, provavelmente, encontraria condições ideais de propagar o dengue, com a ocorrência de precipitações elevadas no final e início do ano (dezembro e janeiro) e redução drástica das chuvas nos meses seguintes, o que contribuiria para a elevação das temperaturas.

Temperaturas e dengue no Estado de São Paulo em 2007 e 2008

Para o estudo da incidência do dengue em São Paulo, buscou-se na homepage do Centro de Vigilância Epidemiológica do governo paulista o número de casos registrados em cada município, nos dois anos mencionados. Constatou-se que, em números absolutos, os casos de dengue no estado foram bem mais numerosos em 2007, 221,6 por 100 mil habitantes, do que em 2008, 17,9 por 100 mil habitantes (figura 1), e que os maiores valores estavam associados aos municípios mais populosos. Levantaram-se, então, as ocorrências de 2007 e, após buscar dados populacionais junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), optou-se por dividir o número de casos registrados pelo número de habitantes do município e multiplicar o resultado por mil, a fim de que o resultado indicasse o número de ocorrências para cada mil pessoas. Foram então destacados onze municípios que apresentaram, em 2007, valores superiores a 20 ocorrências para cada grupo de mil habitantes. Todas as sedes destes municípios são pequenas ou médias. Dez deles estão localizados no Planalto Ocidental Paulista e um, Ubatuba, no litoral (tabela 1).

Cidades	Habitantes	Casos 2007	Casos/ ‰ hab.	Casos 2008	Casos/ ‰ hab.
Andradina	54.753	2.237	40,7	10	0,18
Auriflama	13.760	872	63,4	0	0
Bebedouro	74.865	3.201	42,8	20	0,27
Birigui	103.394	5.159	49,9	4	0,04
Buritama	14.735	509	35,5	2	0,14
Ilha Solteira	24.181	1.847	76,3	1	0,04
José Bonifácio	30.639	626	20,4	2	0,07
Mirassol	51.660	1.565	30,2	2	0,04
Penápolis	56.681	1.393	24,5	32	0,56
Pereira Barreto	24.220	1.272	52,5	1	0,04
Ubatuba	75.008	3.801	30,6	4	0,05

A seguir, verificou-se a distribuição das temperaturas dos verões de ambos os anos no espaço paulista. Fez-se isto face à suposição de que as temperaturas e a distribuição das precipitações dos meses iniciais do ano são importantes para eclodir um surto. Para este passo foi consultada a homepage do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO). Estavam disponíveis as temperaturas mensais de 99 municípios para 2007 e 2008. Entre os 11 municípios selecionados na pesquisa, oito deles tinham dados térmicos disponíveis.

Para elaboração de mapas com a distribuição das temperaturas foi utilizado o software Surfer. Como nas informações do CIIAGRO não constam as coordenadas geográficas dos postos de coleta das informações meteorológicas, elas foram obtidas nas imagens do Google Earth, considerando-se a área central das sedes municipais. No traçado das isotermas foi utilizado o modelo Kriging de estatística espacial.

O traçado das isotermas obtido no Surfer foi transportado para o software Corel Draw e plotado sobre o mapa do estado de São Paulo, o que exigiu alguns ajustes diante das diferenças de projeção. Todavia, em razão da escala adotada e para os fins desejados, os erros foram considerados desprezíveis, mesmo porque as isotermas não foram ajustadas à topografia, o que seria conveniente na área do Planalto Atlântico.

As temperaturas médias para o estado, a partir de 99 estações, foram 25,3° C em 2007 e 24,2° C em 2008. As médias das máximas foram, respectivamente, 30,7° C e 29,3° C e as das mínimas 20,0° C e 19,1° C. As amplitudes variaram de 1,4° C, para as temperaturas máximas, a 0,9° C para as temperaturas mínimas.

Examinando-se a distribuição espacial das temperaturas, vê-se que os municípios selecionados estão situados nas áreas mais quentes do território paulista. Em 2007, exceto Bebedouro e Ubatuba, os demais, situados no noroeste do estado, estavam em locais submetidos às isotermas de 26,5° C e 27,5° C, correspondentes aos valores térmicos médios de janeiro, fevereiro e março. Em Bebedouro a temperatura média esteve entre 25,5° C e 26,5° C. Em Ubatuba entre 24,5° C e 25,5° C. As temperaturas máximas do período

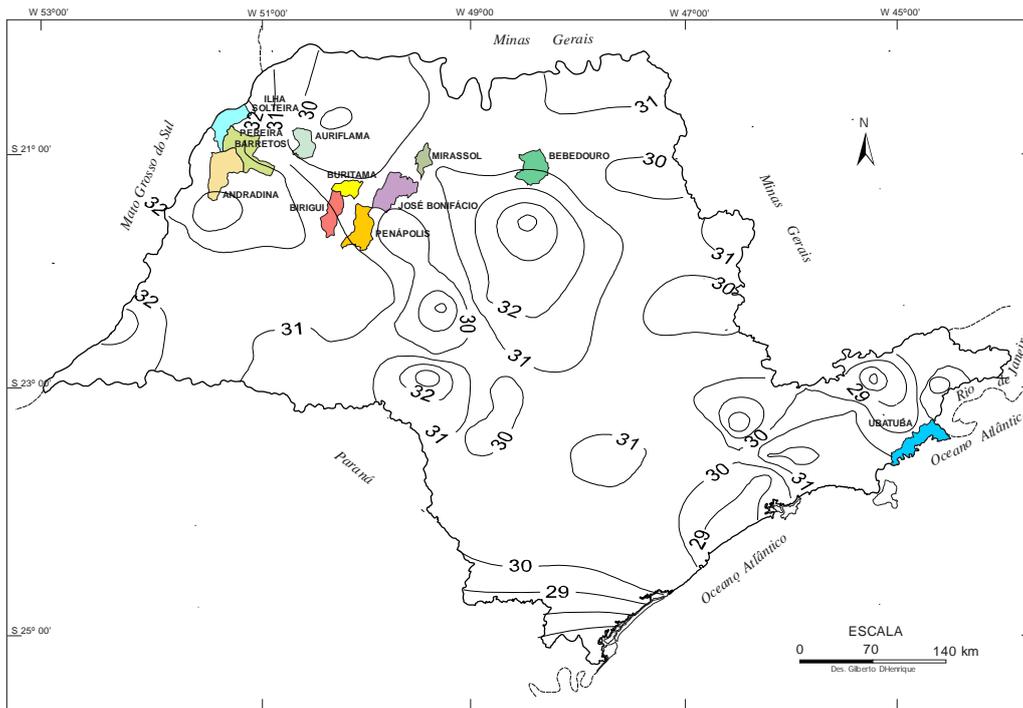


Figura 6 - Temperaturas máximas no estado de São Paulo no verão de 2007 (janeiro, fevereiro e março). As isotermas estão traçadas em intervalos de $1,0^{\circ}\text{C}$.

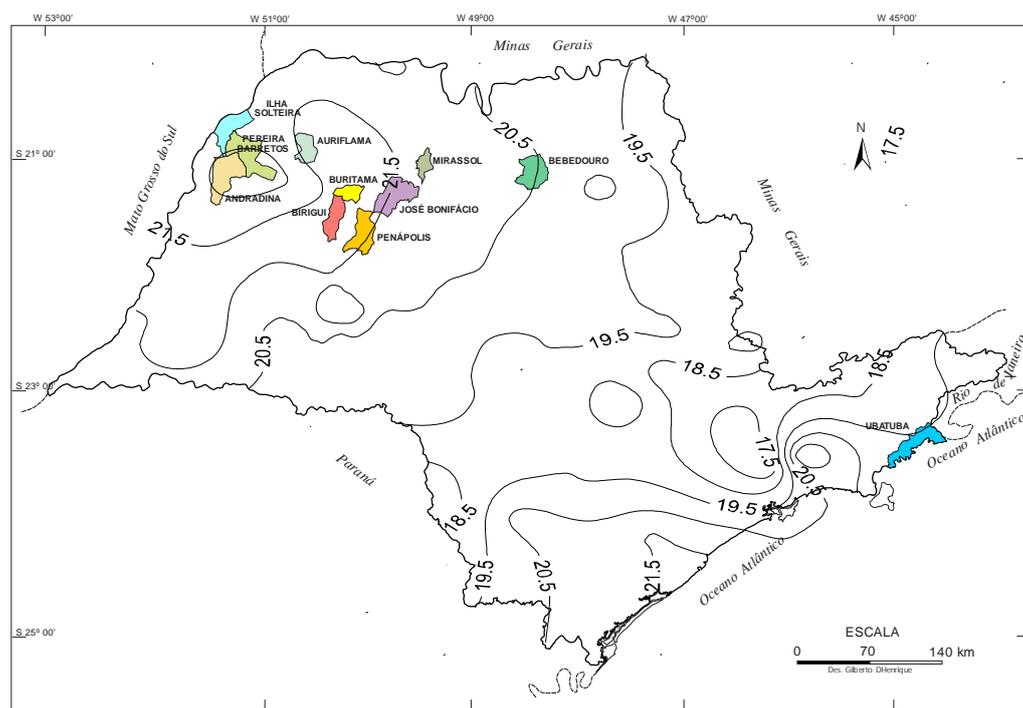


Figura 7 - Temperaturas mínimas no estado de São Paulo no verão de 2007 (janeiro, fevereiro e março). As isotermas estão traçadas em intervalos de $1,0^{\circ}\text{C}$.

No verão de 2008 as temperaturas médias em todas as cidades selecionadas estiveram entre 23°C e 25°C . As situadas nos lugares com maiores temperaturas foram Ubatuba, Bebedouro, Andradina, Pereira Barreto e Ilha Solteira. Os valores máximos oscilaram entre $29,5^{\circ}\text{C}$ e $31,5^{\circ}\text{C}$, exceto em

Ubatuba, onde as temperaturas máximas estiveram por volta de $28,5^{\circ}$ C. As temperaturas mínimas ficaram em torno de 20° C em todas as localidades (figuras 8, 9 e 10).

De modo geral, levando-se em conta os traçados das isotermas, em 2008 as temperaturas estiveram abaixo daquelas registradas em 2007. As temperaturas médias, que oscilaram no noroeste paulista entre $26,5^{\circ}$ C e $27,5^{\circ}$ C, declinaram para valores entre 23° e 25° C em 2008. As médias das máximas que, nesta área, ficaram entre 30° C e 33° C, no ano seguinte permaneceram entre $29,5^{\circ}$ C e $31,5^{\circ}$ C. As médias das mínimas que, em 2007, variaram entre $20,5^{\circ}$ C e $22,5^{\circ}$ C, em 2008 ficaram em torno de 20° C. Saliente-se que nove das onze cidades com surtos de dengue com mais casos registrados em relação ao número de habitantes estão situadas nesta área do estado. Em Bebedouro a temperatura média diminuiu de 26° C para 25° C, a máxima de 31° C para $29,5^{\circ}$ e a mínima permaneceu em torno de $20,5^{\circ}$ C. Em Ubatuba, onde as temperaturas média, máxima e mínima foram, em 2007, respectivamente, 25° C, 31° C e $19,5^{\circ}$ C, em 2008, houve uma queda da média das máximas para $28,5^{\circ}$ C e da média das mínimas para 19° C. A temperatura média permaneceu 25° C.

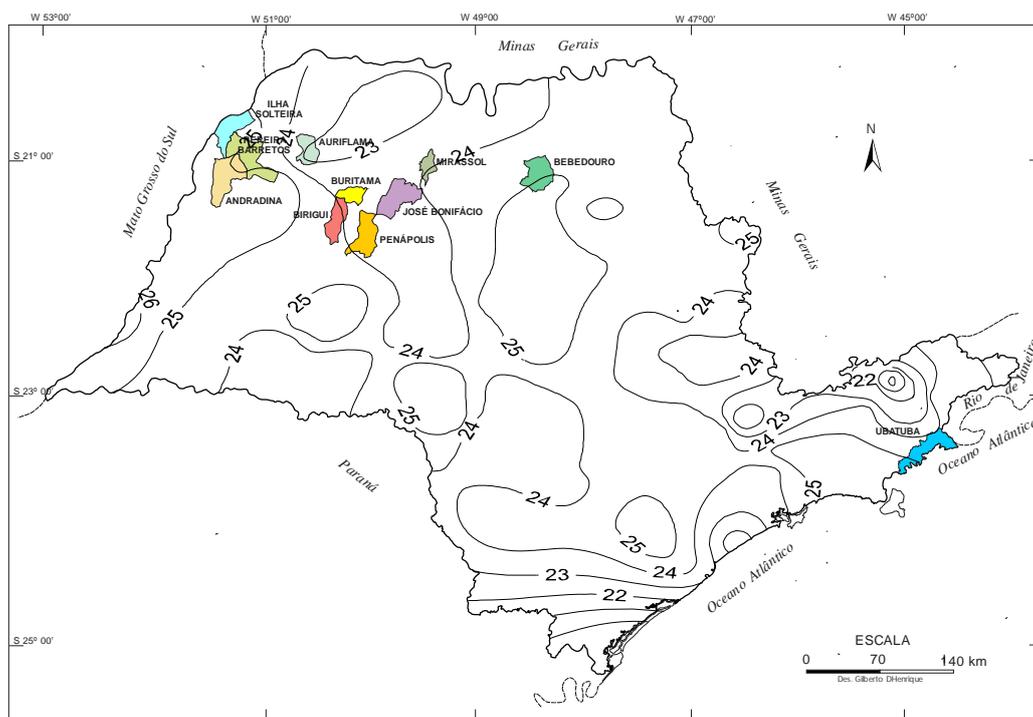


Figura 8 – Temperaturas médias no estado de São Paulo no verão de 2008 (janeiro, fevereiro e março). As isotermas estão traçadas em intervalos de $1,0^{\circ}$ C.

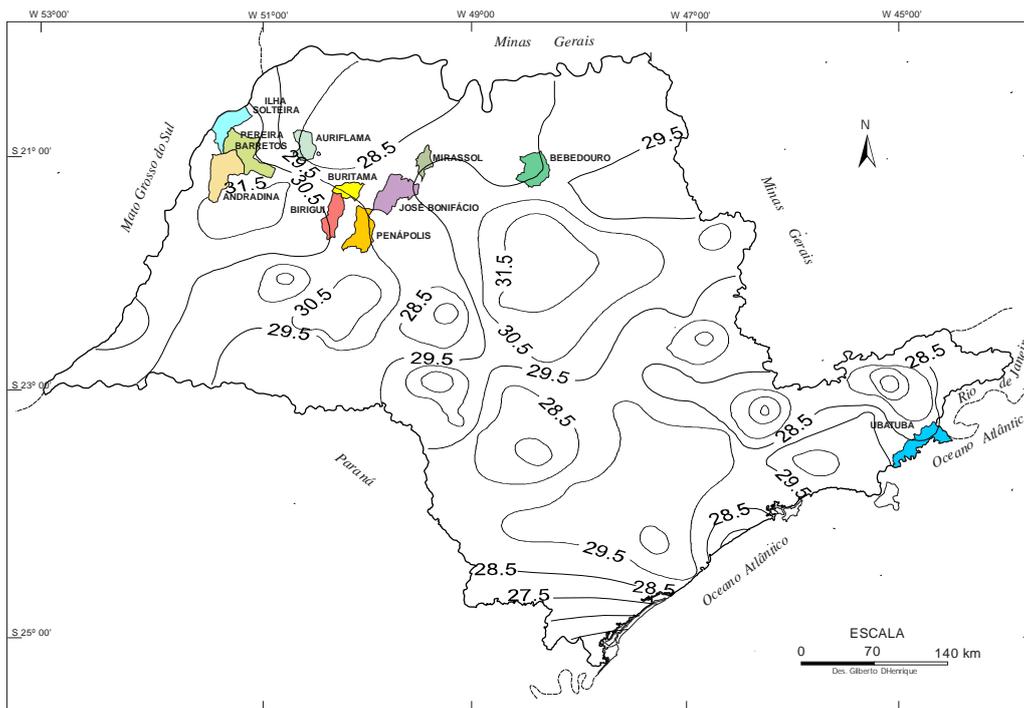


Figura 9 – Temperaturas máximas no estado de São Paulo no verão de 2008 (janeiro, fevereiro e março). As isotermas estão traçadas em intervalos de $1,0^{\circ}\text{C}$.

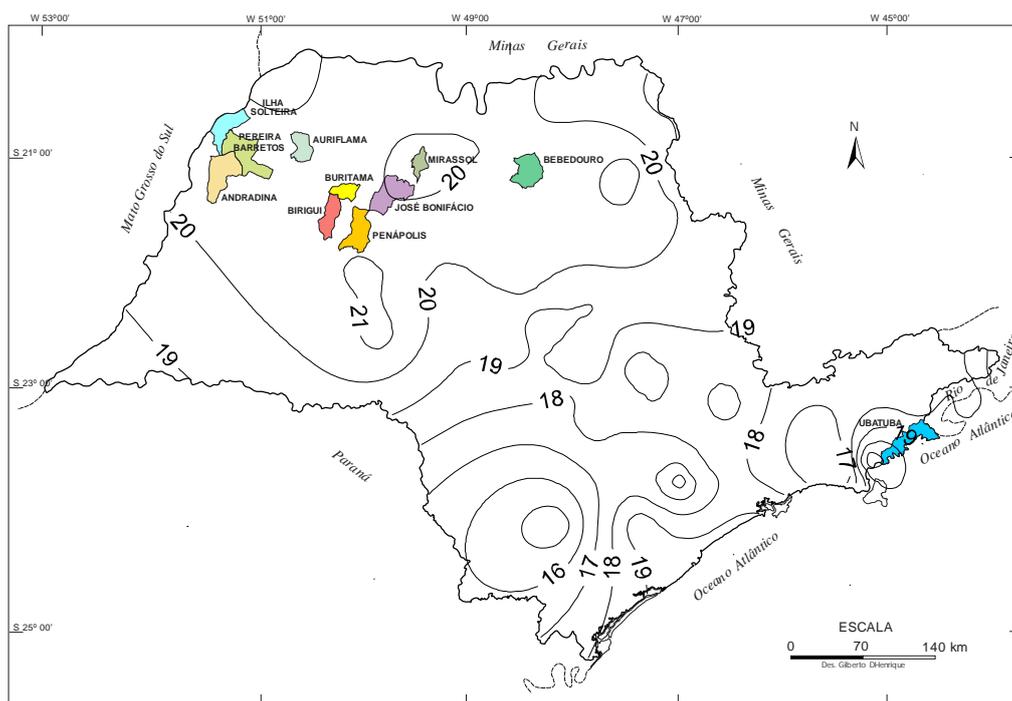


Figura 10 – Temperaturas mínimas no estado de São Paulo no verão de 2008 (janeiro, fevereiro e março). As isotermas estão traçadas em intervalos de $1,0^{\circ}\text{C}$.

As tabelas 2 e 3 retratam as temperaturas médias ocorridas em oito dos onze municípios analisados, nos verões de 2007 e 2008, segundo informações coletadas na homepage do CIIAGRO. Vê-se que houve um declínio das

temperaturas em todos eles de um para outro ano. A maior amplitude foi de 1,6° C e ocorreu em José Bonifácio. Seguem-se amplitudes de 1,4° C em Auriflama, Penápolis e Ubatuba. A menor diferença, de 0,5° C foi registrada em Bebedouro. Chama a atenção que, em 2007, as temperaturas cresceram de janeiro a março. Em José Bonifácio elas aumentaram 1,6° C, em Penápolis, Ilha Solteira e Bebedouro 1,3° C e em Andradina 1,2° C. Apenas em Buritama e Ubatuba elas subiram menos do que 1° C. Em 2008 as temperaturas durante os três meses foram mais uniformes. Fevereiro foi o mês mais quente, exceto em Ubatuba, e março o mais frio. Em Bebedouro a temperatura caiu de fevereiro para março 1,8° C. Em Ubatuba março foi 0,9° C mais quente do que janeiro. Nas demais cidades as diferenças térmicas, de fevereiro para março, variaram entre 0,1° C em Auriflama, 0,3° C em Buritama, 0,7° C em Ilha Solteira e Andradina, 0,8° C em José Bonifácio e 1° C em Penápolis.

Meses	Buritama	José Bonifácio	Auriflama	Penápolis	Ilha Solteira	Andradina	Bebedouro	Ubatuba
Jan	25,5	26,2	25,9	27,2	26,5	26,2	24,4	25,6
Fev	25,9	26,9	26,5	28	27,3	26,7	25,3	25,9
Mar	26,4	27,8	27	28,5	27,8	27,4	25,7	26,4
Total	25,9	27,0	26,5	27,9	27,2	26,8	25,1	26,0

Fonte: CIIAGRO, 2013

Meses	Buritama	José Bonifácio	Auriflama	Penápolis	Ilha Solteira	Andradina	Bebedouro	Ubatuba
Jan	24,7	25,2	25,4	26,3	26,2	25,8	24,3	24,2
Fev	25	25,9	25,5	27,1	26,3	26,2	25,6	24,4
Mar	24,7	25,1	24,4	26,1	25,6	25,5	23,8	25,1
Total	24,8	25,4	25,1	26,5	26,0	25,8	24,6	24,6

Fonte: CIIAGRO, 2013

O mês de janeiro de 2007 apresentou precipitações elevadas em todos os postos selecionados, que variou de 266,2 mm em Andradina a 531,8 mm em Bebedouro. Em fevereiro deste ano as chuvas diminuíram, acentuadamente, em todos os lugares e oscilaram entre 66,7 mm, em Auriflama, e 208,6 mm em Bebedouro. A queda chegou a 86,8% em Auriflama, 80,6% em Ilha Solteira, 74,1% em Andradina, 72,5% em José Bonifácio, 66,5% em Buritama, 60,8% em Bebedouro e 46,8% em Penápolis. O menor declínio foi em Ubatuba, somente de 26,7%, que, em janeiro foi o segundo local onde menos choveu. Em março as precipitações diminuíram ainda mais. Apenas em

Penápolis e Bebedouro elas superaram 100 mm. Em Ubatuba, um dos lugares mais chuvosos do estado, precipitou apenas 65 mm (tabela 4).

Meses	Buritama	José Bonifácio	Auriflama	Penápolis	Ilha Solteira	Andradina	Bebedouro	Ubatuba
Jan	493	652	506,8	467,1	540,6	266,2	531,8	282,5
Fev	165,4	179,2	66,7	248,4	104,9	69	208,6	206,6
Mar	57,4	50,4	73,3	130,6	58,7	26,4	129,7	65
Total	715,8	881,6	646,8	846,1	704,2	361,6	870,1	554,1

Fonte: CIIAGRO, 2013

No verão de 2008, janeiro também foi o mês mais chuvoso, mas o decréscimo na pluviosidade, em fevereiro, não foi tão acentuado quanto no ano anterior. Os maiores declínios aconteceram em José Bonifácio, 72,7%, e Ilha Solteira, 71,2%. Ilha Solteira foi o lugar onde mais choveu em janeiro de 2008. Nos outros lugares a queda na precipitação variou entre 3,9% Auriflama e 32,4% em Ubatuba. Houve um acréscimo de 32,4% nas chuvas em Penápolis e de 9,4% em Bebedouro. No mês de março, em comparação com fevereiro, a pluviosidade cresceu em José Bonifácio, Ilha Solteira e Andradina. Nos outros locais ficou entre 131,6 mm em Penápolis, o menor valor registrado no mês entre os oito postos, e 250,4 mm em Ubatuba (tabela 5).

Meses	Buritama	José Bonifácio	Auriflama	Penápolis	Ilha Solteira	Andradina	Bebedouro	Ubatuba
Jan	250,3	245,5	285,3	191,7	596,5	228,3	355,8	378,9
Fev	170,6	66,9	274,2	253,8	172	196	389,5	256,1
Mar	136,4	117,1	160,8	131,6	193,4	258,9	198,1	250,4
Total	557,3	429,5	720,3	577,1	961,9	683,2	943,4	885,4

Fonte: CIIAGRO, 2013

As precipitações nos verões de 2007 e 2008 podem ser vistas nas figuras 11 e 12. Em 2007 as chuvas foram bastante elevadas em janeiro, mas decresceram acentuadamente em fevereiro e março. Em 2008, em janeiro, choveu menos do que em 2007, porém nos dois meses seguintes as precipitações permaneceram, exceção feita ao mês de fevereiro em José Bonifácio, acima de 100 mm e mesmo de 200 mm.

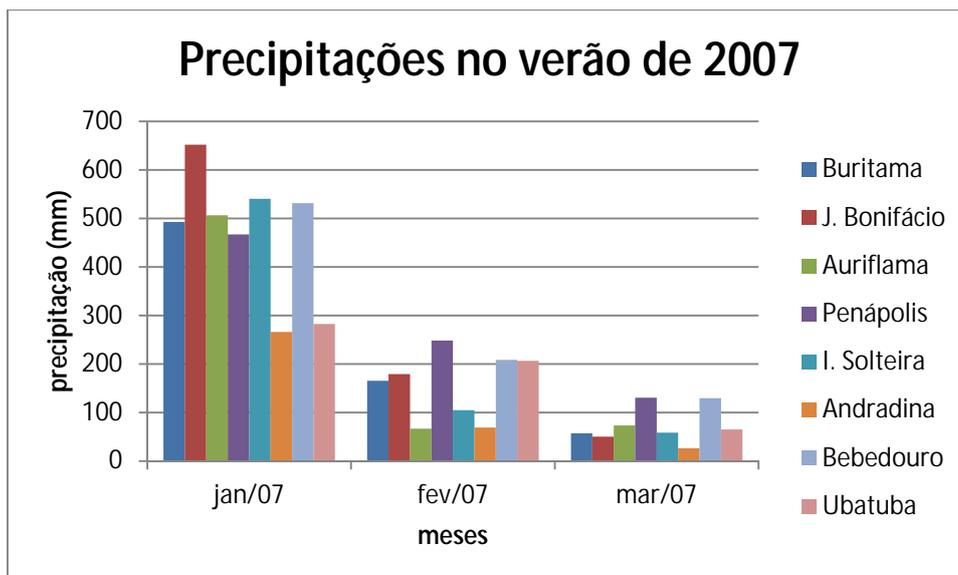


Figura 11 – Precipitações mensais no verão de 2007 (CIIAGRO, 2013).

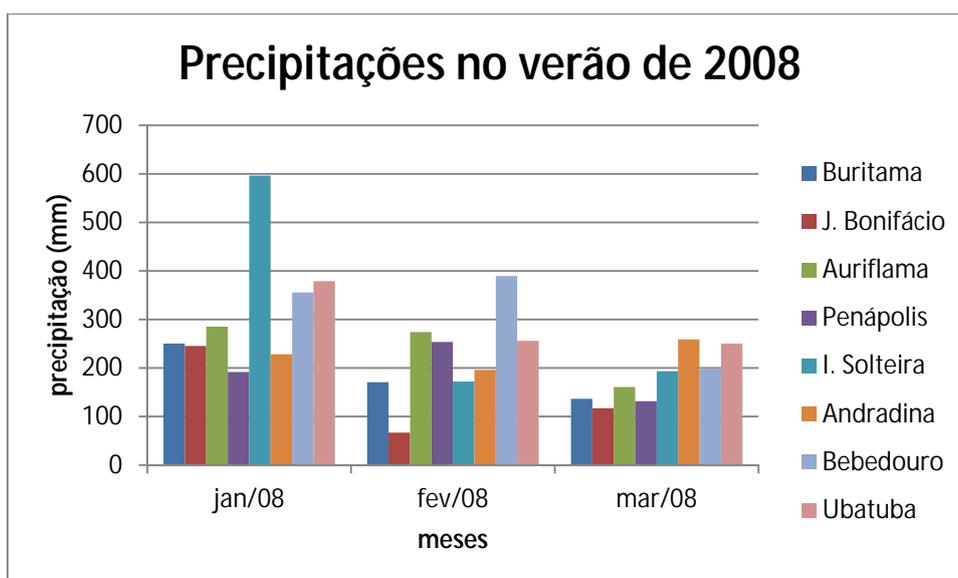


Figura 11 – Precipitações mensais no verão de 2008 (CIIAGRO, 2013).

Circulação Atmosférica e Tipos de Tempo

Desde 2006 o oceano Pacífico apresentava temperaturas mais elevadas, caracterizando um evento El Niño. Em janeiro de 2007 as anomalias positivas se estendiam pelo Pacífico Equatorial, da Indonésia e norte da Austrália até o norte da América do Sul e à América Central, com valores que, em alguns locais, superavam 1° C. No Atlântico as temperaturas mais elevadas estavam situadas no hemisfério norte, entre a América Central e a África, e em latitudes subtropicais do hemisfério meridional, desde a costa sul do Brasil até imediações do rio da Prata (figura 12).

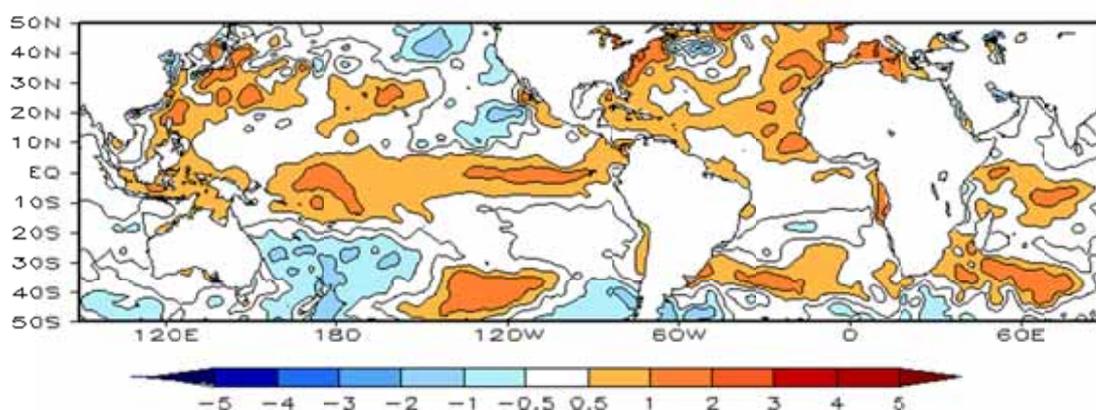


Figura 12 – Anomalias térmicas nos oceanos em janeiro de 2007 (CPTEC/INPE, 2007a).

Estas situações levaram a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) a atuar ao norte do país e o Anticiclone de Santa Helena a exercer influência nas regiões nordeste e norte, junto à fachada Atlântica. Devido ao seu posicionamento este anticiclone influenciou a ocorrência de precipitações mais reduzidas nestas áreas e bloqueou o deslocamento das frentes frias na região sudeste do país, possibilitando, com a convergência de ar úmido a partir da Amazônia Ocidental, a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Este sistema atmosférico foi responsável pelas abundantes precipitações ocorridas desde o oeste da Amazônia, passando pelo Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, até o sudeste, sobretudo no norte e oeste de São Paulo, sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo, do final de dezembro até o dia 16 de janeiro (figura 13).

Este mesmo sistema atmosférico, em um segundo episódio, entre 22 e 26 de janeiro, propiciou a ocorrência de chuvas nas mesmas áreas do episódio anterior, que ocorreram principalmente na parte setentrional do estado paulista (figura 14).

Neste mês as chuvas alcançaram totais de 652 mm em José Bonifácio, 540 em Ilha Solteira, 531 em Bebedouro, 506 em Auriflama, 493 em Auriflama e 467 em Penápolis, conforme tabela 4.

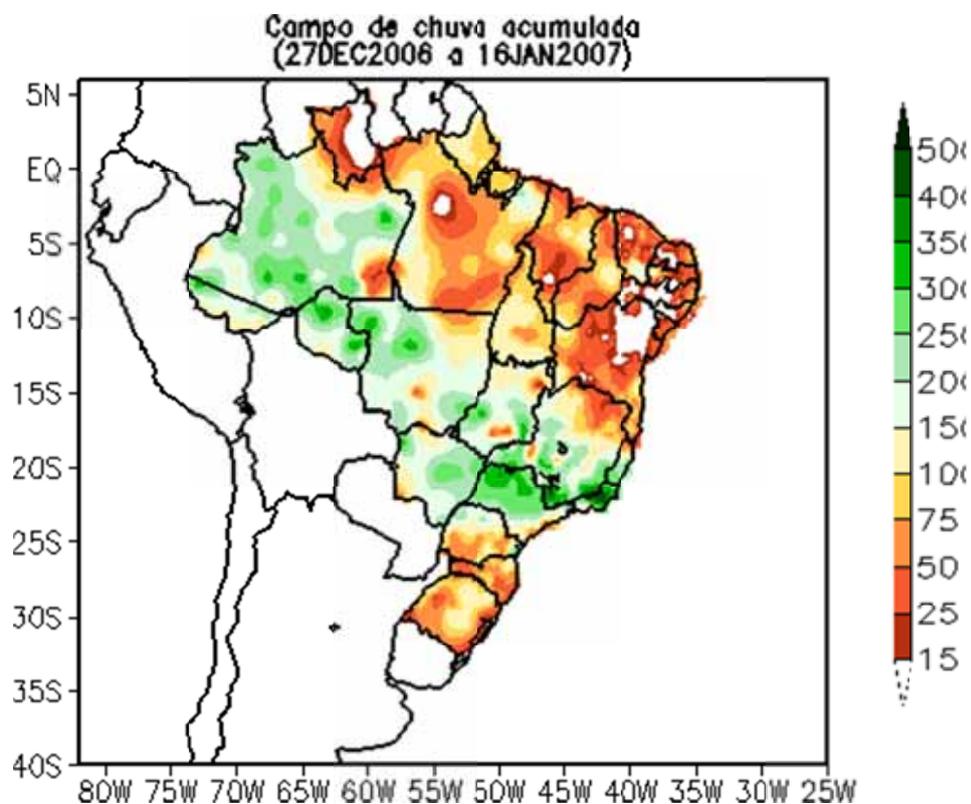


Figura 13 – Precipitações acumuladas no Brasil entre 27 de dezembro de 2006 a 16 de janeiro de 2007 (CPTEC/INPE, 2007a).

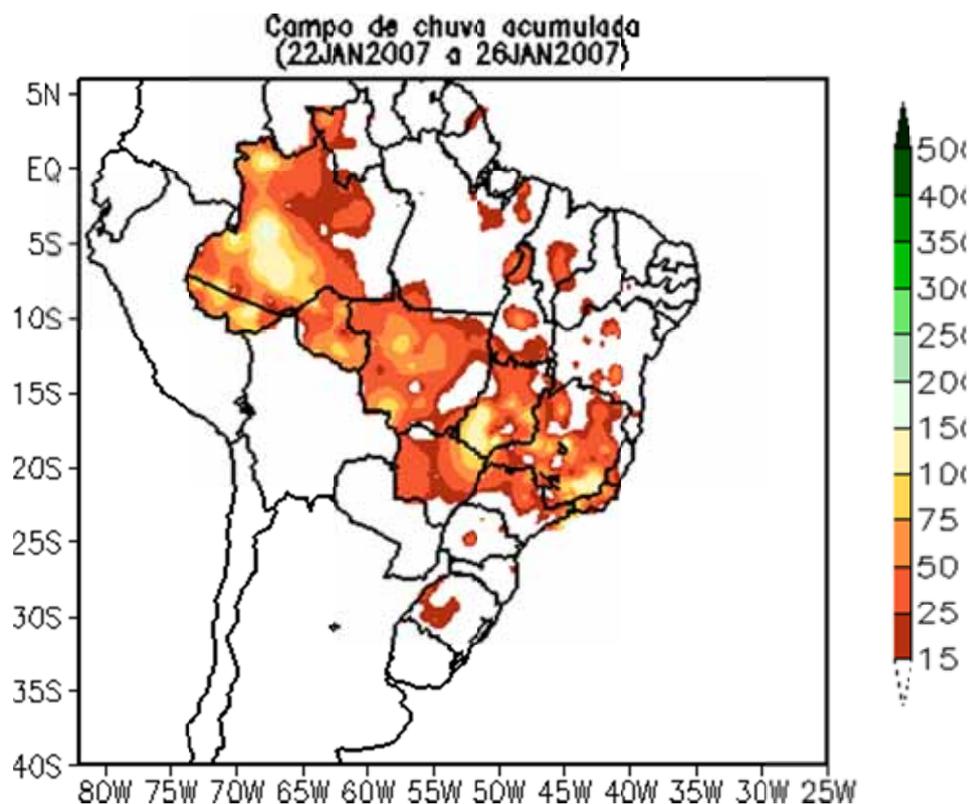


Figura 14 – Precipitações acumuladas no Brasil entre 22 e 26 de janeiro de 2007 (CPTEC/INPE, 2007a).

No mês de fevereiro o fenômeno El Niño demonstrava um enfraquecimento. As anomalias positivas de temperatura se restringiam ao Pacífico Central e às adjacências da América do Sul, junto ao norte do litoral chileno, e da América Central. Diversas áreas com desvios térmicos negativos se dispunham entre a América e a Austrália. Concomitantemente, as águas quentes do Atlântico Norte se deslocaram em direção ao norte e ao nordeste setentrional do Brasil. A mancha de águas aquecidas existente junto aos litorais sul e sudeste brasileiros se fragmentou e enfraqueceu (figura 15).

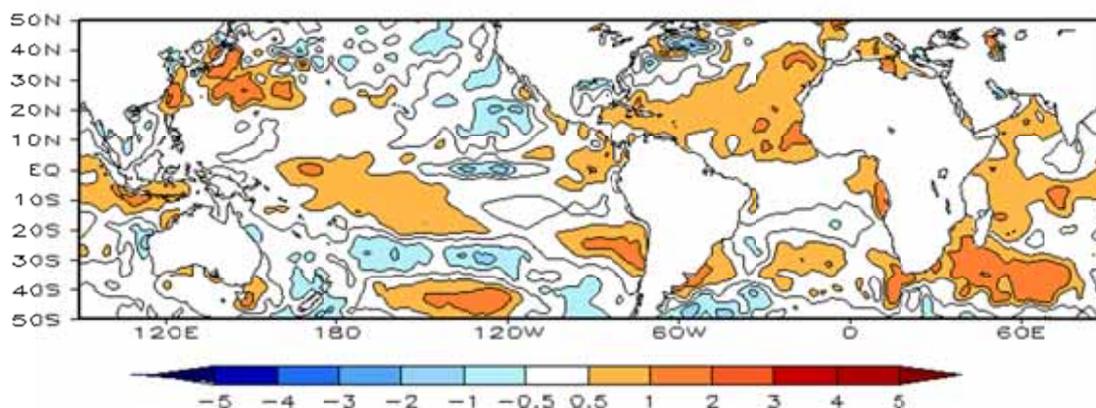


Figura 15 – Anomalias térmicas nos oceanos em fevereiro de 2007 (CPTEC/INPE, 2007b).

O resfriamento do Pacífico reduziu a ascensão de ar sobre a Amazônia Ocidental, enquanto o aquecimento do Atlântico permitiu o deslocamento da ZCIT para o hemisfério sul, deslocando o Anticiclone de Santa Helena para latitudes mais elevadas. Isto bloqueou os sistemas frontais na região sul, dificultando suas atuações junto ao Trópico de Capricórnio, o que, com a redução da umidade oriunda da Amazônia, restringiu a formação da ZCAS. Em fevereiro ela atuou com maior vigor em São Paulo entre os dias 8 e 12, associada a vórtices ciclônicos sobre o mar.

Com isso, de modo geral, as chuvas aumentaram no Nordeste, sob a ação da ZCIT, e decresceram acentuadamente na região norte, no sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, onde em janeiro superaram as médias históricas.

Este fato está ilustrado na tabela 4, que mostra o declínio acentuado das chuvas em todas as cidades relacionadas. Ela foi, por exemplo, somente 13,2% da ocorrida em janeiro em Aurifloma, de 24,7% em José Bonifácio e de 25,9% em Andradina. O resfriamento do Pacífico, a diminuição das chuvas, o céu desprovido de nebulosidade e a menor umidade, em pleno verão, acarretaram o aumento das temperaturas (tabela 2).

Em março de 2007 persistiram as características vigentes no mês anterior. No Pacífico Equatorial as temperaturas continuaram a diminuir e anomalias negativas de temperatura já se estendiam das costas da América do

Sul ao centro do oceano, dando indícios de que o fenômeno La Niña começava a substituir o El Niño. No Atlântico temperaturas mais elevadas voltaram a predominar no hemisfério norte e junto ao sul e sudeste do Brasil, onde desvios térmicos positivos se estendiam até o continente africano (figura 16).

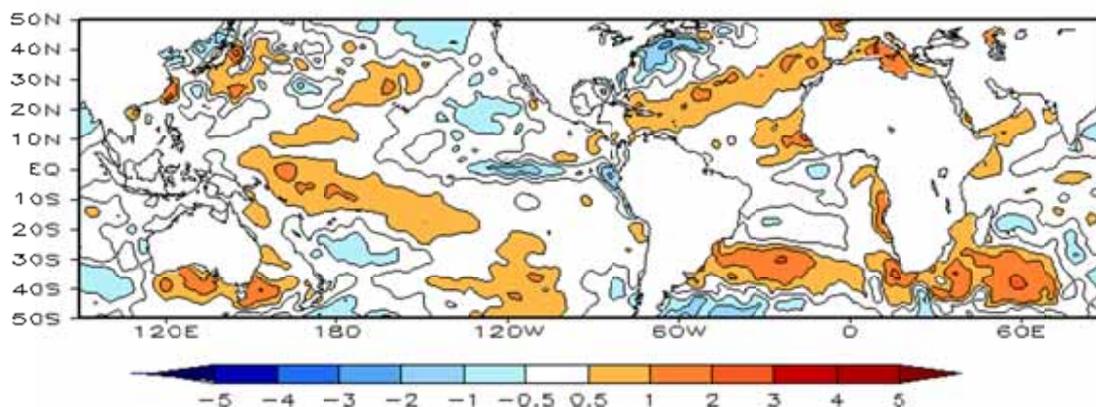


Figura 16 – Anomalias térmicas nos oceanos em março de 2007 (CPTEC/INPE, 2007c).

O resfriamento do Pacífico e o deslocamento de águas mais aquecidas para o hemisfério norte, levando consigo a ZCIT, provocaram a diminuição das chuvas no norte e nordeste. O anticiclone do Atlântico, ao se aproximar da América do Sul, gerou uma massa de ar seco responsável por temperaturas elevadas, sobretudo no centro-oeste e sudeste do país, e bloqueou os sistemas frontais na região sul, onde as temperaturas mais elevadas do Atlântico contribuíram para o aumento das chuvas. Segundo o CEPTEC/INPE (2007c) somente um dos sete sistemas frontais que atingiram o sul do país avançou até o litoral do Rio de Janeiro, gerando um episódio de atuação da ZCAS, que gerou precipitações elevadas em São Paulo (figura 17)

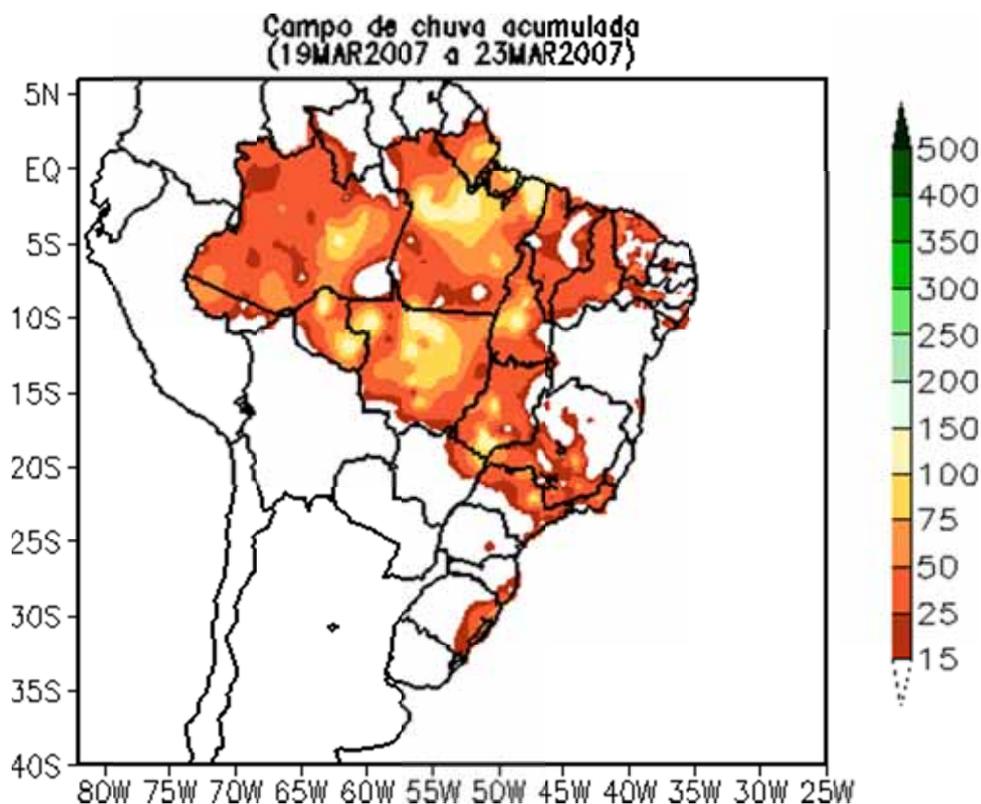


Figura 17 – Precipitações acumuladas no Brasil entre 19 e 23 de março de 2007, provocadas na Amazônia Ocidental, no Centro-Oeste e no Sudeste principalmente pela ZCAS (CPTEC/INPE, 2007c).

As temperaturas das cidades constantes da tabela 2 se elevaram entre 1,0 e 1,5° C desde o mês de janeiro de 2007, acompanhando a redução das chuvas (tabela 4).

Em janeiro de 2008 o fenômeno La Niña estava implantado no Pacífico Equatorial, com anomalias negativas de até -3,0° C na parte central do oceano. No Atlântico as águas estavam mais aquecidas da região sul do Brasil ao sul da África e nas imediações do Mediterrâneo, não configurando o evento dipolo (figura 18).

Com isso a ZCIT deslocou-se, normalmente, em direção ao hemisfério meridional, trazendo chuvas para a área litorânea da região norte e para o nordeste. Isso deslocou o anticiclone do Atlântico para o sul, bloqueando as incursões das frentes frias na latitude tropical. A atividade dos sistemas frontais propiciou precipitações elevadas no sul do país e em São Paulo (tabela 5), mas, fruto das latitudes que eles alcançavam, as chuvas estiveram abaixo da

média em Minas Gerais e no Espírito Santo. A ação das frentes frias em latitudes tropicais e a convergência do ar úmido da Amazônia permitiram, pelo menos em três oportunidades, a formação da ZCAS, que causou chuvas fortes no território paulista (CPTEC/INPE, 2008a)

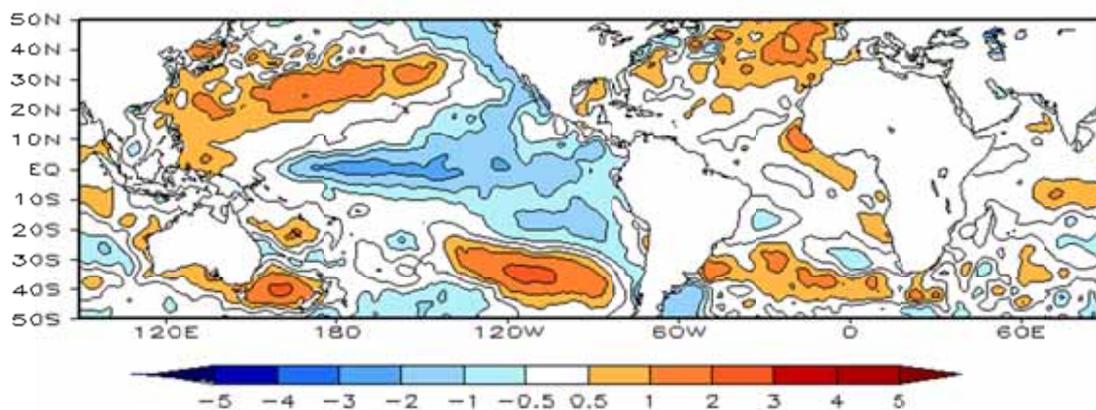


Figura 18 – Anomalias térmicas nos oceanos em janeiro de 2008 (CPTEC/INPE, 2008a).

Fruto do resfriamento do Pacífico e das precipitações, as temperaturas no estado de São Paulo estiveram abaixo das registradas no ano anterior, conforme tabelas 3 e 5.

O evento La Niña se estendeu pelo mês de fevereiro e se resfriaram as águas do Atlântico junto à costa sul do Brasil (figura 19). Em fevereiro a ZCIT atuou mais ao norte de sua posição média, propiciando chuvas entre o Maranhão e o Amapá, mas levando à diminuição das precipitações na porção meridional do Nordeste. O anticiclone do Atlântico, com a ZCIT agindo em latitudes mais setentrionais, permitiu a chegada dos sistemas frontais nas latitudes intertropicais. Com isso, persistiu a pluviosidade em São Paulo e houve condições para a formação da ZCAS, que se posicionou, principalmente, sobre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, como mostram as chuvas acumuladas do início do mês (figura 20).

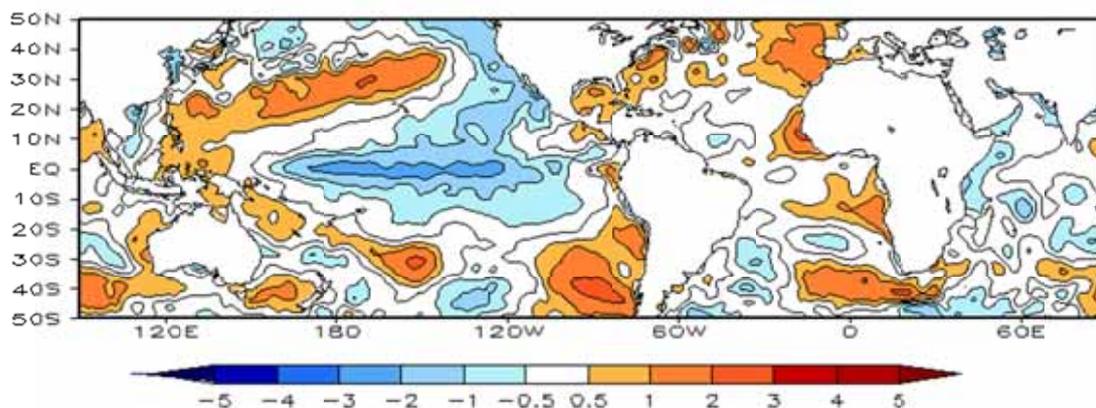


Figura 19 – Anomalias térmicas nos oceanos em fevereiro de 2008 (CPTEC/INPE, 2008b).

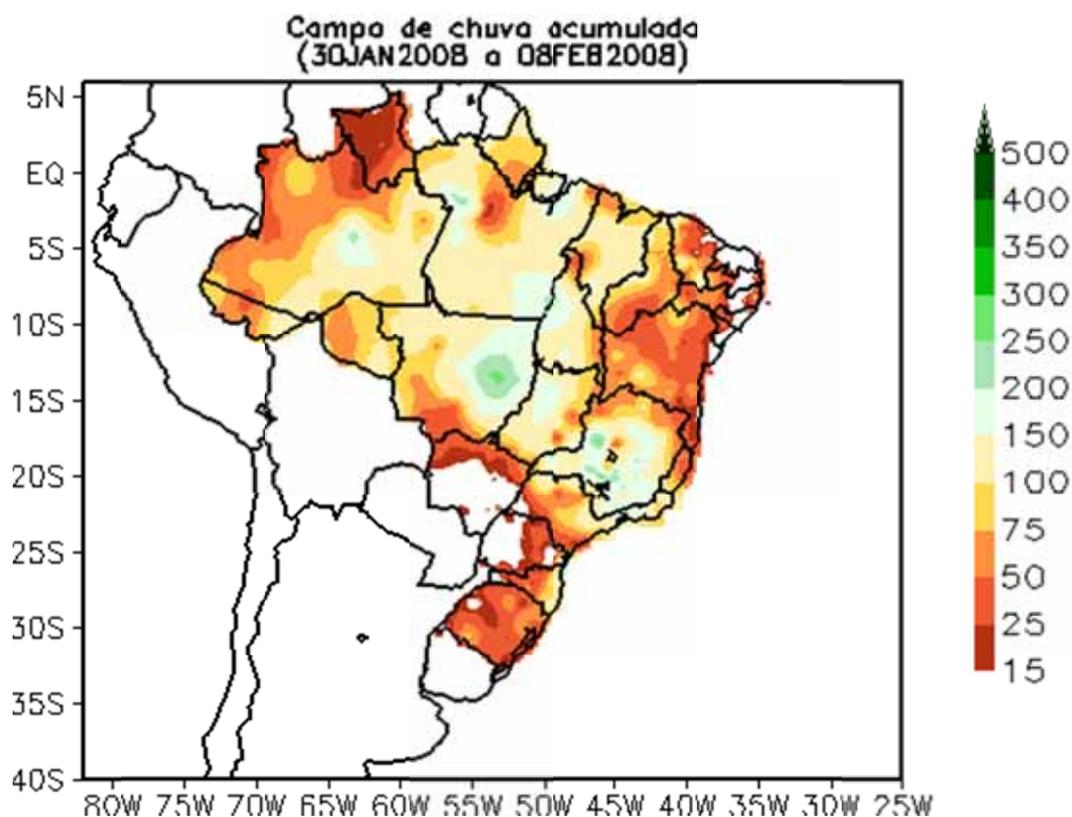


Figura 20 – Precipitações acumuladas no Brasil entre 30 de janeiro e 8 de fevereiro de 2008 (CPTEC/INPE, 2008b).

Como consequência da ação das frentes e da ZCAS as precipitações não diminuíram drasticamente em São Paulo, de janeiro para fevereiro, como ocorreu no ano anterior (tabelas 4 e 5). Simultaneamente, estes sistemas, ao provocarem chuvas, junto com o resfriamento do Pacífico e do Atlântico, perto

da costa sul do Brasil, deixaram as temperaturas menores do que no verão de 2007 (tabelas 2 e 3).

Mesmo com a implantação do fenômeno La Niña no Pacífico Equatorial, as temperaturas na costa oeste da América do Sul superavam em mais de 1° C os valores médios. Junto ao Nordeste o Atlântico apresentava também anomalias positivas de temperatura (figura 21).

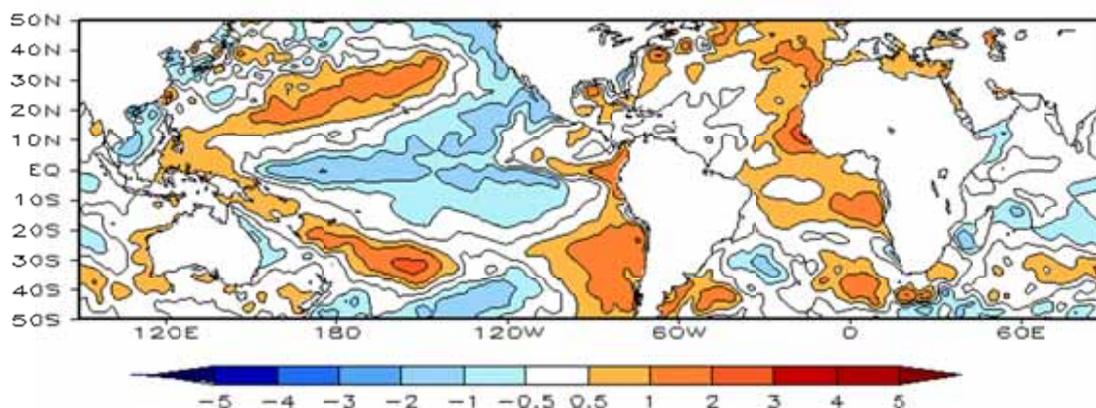


Figura 21 – Anomalias térmicas nos oceanos em março de 2008 (CPTEC/INPE, 2008c).

O aquecimento das águas do Atlântico junto ao nordeste do Brasil trouxe a ZCIT para atuar nesta área, ocasionando chuvas abundantes em grande parte desta região e no leste da região norte do país, principalmente no Amapá e no Pará. Com a ZCIT atuando no hemisfério sul o anticiclone do Atlântico continuou a bloquear os sistemas frontais na latitude tropical, onde provocaram chuvas intensas, principalmente pelo leste de São Paulo e, quando vinculadas à convergência de umidade da Amazônia, propiciaram a formação da ZCAS, como a que atuou entre os dias 13 e 14 de março (figura 22).

A permanência do fenômeno La Niña, em oposição ao fenômeno El Niño que atuou em janeiro do ano anterior, e as chuvas melhor distribuídas pelos meses de verão, propiciando maior nebulosidade e maior teor de vapor na atmosfera, deixaram as temperaturas menores e mais uniformes em 2008 do que em 2007 no estado de São Paulo (tabelas 2 e 3).

As precipitações melhor distribuídas no verão de 2008 ocorreram em decorrência do bloqueio das frentes frias nas latitudes tropicais, ao contrário do

que aconteceu nos meses de fevereiro e março de 2007, quando suas atuações se restringiram, sobretudo, à região sul do país.

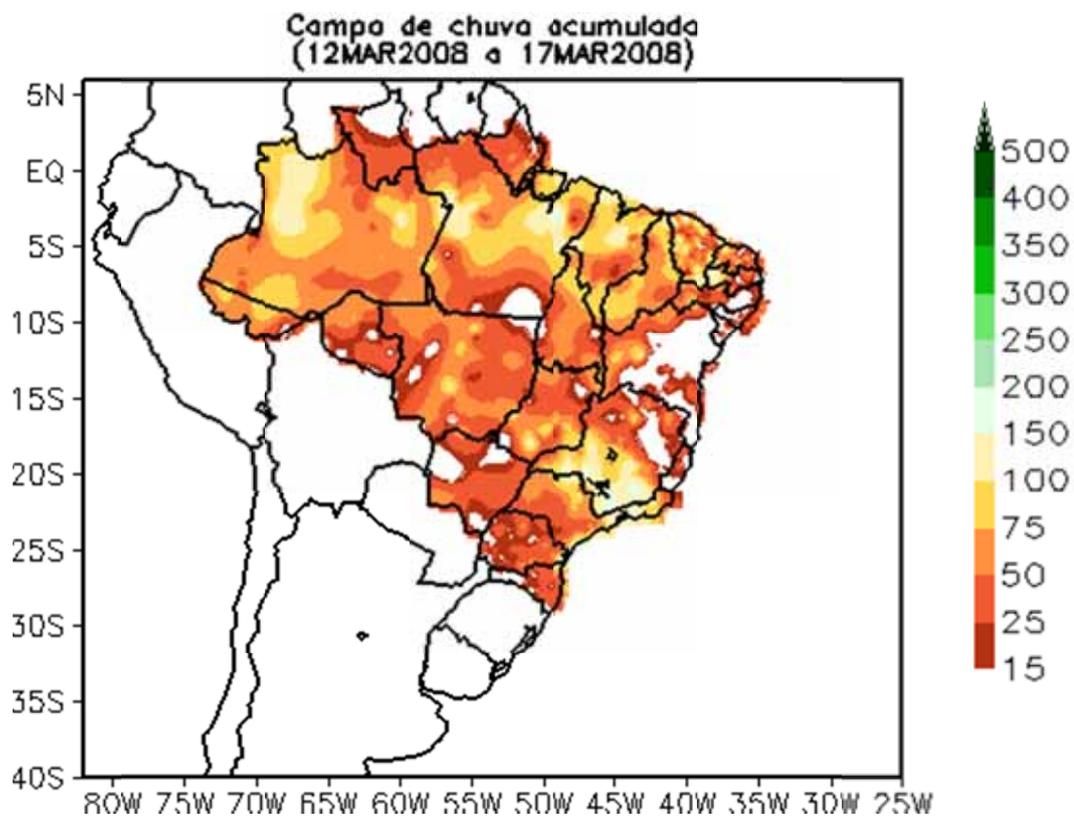


Figura 22 – Precipitações acumuladas no Brasil entre 12 e 17 de março de 2008 (CPTEC/INPE, 2008c).

Conclusões

Os resultados alcançados e o confronto com outros trabalhos realizados permitiram tecer as seguintes conclusões:

a - o clima e a variabilidade climática exercem um papel importante na difusão e nos surtos de dengue, haja vista que o fenômeno El Niño está sempre acompanhado do recrudescimento da doença, enquanto La Niña parece atuar na diminuição dos casos;

b – é devido à influência do clima que o dengue é uma doença restrita às zonas intertropicais e subtropicais;

b – a temperatura é importante para a reprodução e propagação do *Aedes aegypti*. O aumento das temperaturas favorece o aumento dos mosquitos, enquanto temperaturas mais baixas exercem efeito contrário;

c – as precipitações têm importância similar a das temperaturas, porque o mosquito precisa de água para se reproduzir. A escassez de chuvas desfavorece a reprodução, mas, com precipitações excessivas as enxurradas podem carregar os ovos, que acabam levados por cursos de água, diminuindo a população do *Aedes aegypti*;

d – a combinação ideal entre precipitação e temperatura necessita de um período com chuvas abundantes, capaz de saturar os solos e de acumular água nas depressões dos terrenos e em recipientes diversos, naturais ou antrópicos, gerando condições ideais para os criadouros. A seguir, uma queda acentuada da precipitação evitaria a lavagem dos ovos, diminuiria a umidade da atmosfera e a nebulosidade e, assim, propiciaria um aumento das temperaturas. Com ar mais quente e água armazenada em recipientes, passa a existir boas condições para a reprodução do mosquito e o aumento da incidência do dengue se houver vírus em circulação e pessoas imunes. A diminuição das chuvas, na zona tropical, deve acontecer ainda no verão, de tal forma que a radiação solar permita a elevação das temperaturas. Esta foi a situação do verão de 2007, na passagem de El Niño para La Niña, quando foi registrado grande aumento nos casos de dengue no estado de São Paulo;

e – na pesquisa realizada, os municípios com maior número de casos em relação à população estavam situados, predominantemente, no norte e noroeste do estado, região onde predominam temperaturas mais elevadas. Ubatuba, no litoral, possui uma diferença marcante em relação aos outros centros urbanos. Enquanto todos possuem mais de 97% das residências com água tratada e mais de 93% com afastamento de esgoto, em Ubatuba, apenas 75% das casas têm água tratada e só 23% afastamento de esgoto;

f – o dengue é uma doença eminentemente urbana, em razão das especificidades do clima urbano, da grande densidade populacional, com numerosas pessoas imunes, do grande número de recipientes vinculados ao cotidiano antrópico, que se prestam a criadouros, e pela possibilidade do mosquito realizar seu repasto. Tudo isso facilita a circulação do vírus;

g – grandes centros urbanos possuem números de casos de dengue elevados pelo aglomerado de pessoas, mas pequenas cidades, diante da introdução do vírus, da presença de pessoas imunes e da existência do *Aedes aegypti* podem apresentar epidemias severas, como mostrado no presente estudo;

h – a falta de empenho dos diversos níveis administrativos para eliminar os bolsões de pobreza, principalmente à beira dos cursos de água e em áreas inundáveis, e para dotar as cidades com água tratada, afastamento e tratamento de esgoto e coleta de lixo, mais a baixa participação da sociedade na prevenção da doença, muitas vezes por desinformação, constituem fatores importantes para a disseminação do dengue, independentemente do papel do clima.

Referências Bibliográficas

SORRE, M. **Les fondements de la Géographie Humaine**, tomo I: les fondements biologiques, 3 ed. Paris: Armand Colin, 1951.

MACHADO, S. M. **Variações climáticas**. Monografia de Meteorologia e Geofísica, n. 4. Lisboa: Serviço de Meteorologia – Divisão de Hidrometeorologia, 1988.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM) **Climatic change. Technical note**, n.79. Genebra: OMM, 1966.

MONTEIRO, C. A. de F. **A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil**. São Paulo: IGEOG – USP, 1969.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise rítmica em climatologia – problemas da atualidade climática e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, n. 1. São Paulo: IGEOG - USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob forma de Atlas. São Paulo: IGEOG – USP, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na Bacia do Piracicaba**. São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1991.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. **Revista Climanalise**. Cachoeira Paulista: v. 3, n. 1, p. 1-5, 2006. Disponível em: <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim>>. Acesso em: 6 set. 2013.

TEIXEIRA, M. da G.; BARRETO, M. L. e GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. **Informe Epidemiológico do Sus.**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16731999000400002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 21 de setembro de 2013.

BRASIL. Portal da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Incidência e casos de dengue: Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2012**. Disponível em <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1525>. Acesso em 21 de setembro de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **Clima**, El Niño e la Niña. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 21 de setembro de 2013.

PEREDA, P.C.; ALVES, D. C. O. e RANGEL, M. A. Elementos Climáticos e Incidência de Dengue: Teoria e Evidência para Municípios Brasileiros. In: **33º Meeting of the Brazilian Econometric Society**. Anais...Foz do Iguaçu, 2011, p. 1-23. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE11/paper/view/2938>>. Acesso em 15 de agosto de 2013.

BARRETO, M. L. e TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 53-72. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000300005&lng=pt&nrm=iso&tling=pt>. Acesso em 22 de setembro de 2013.

CÂMARA, F. P. et al. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137-140, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v42n2/v42n2a08.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2013.

PASSOS, R. A. et al. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, p. 729-734, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102003000600007&script=sci_arttext>. Acesso em 18 de agosto de 2013.

RIBEIRO, A. F. et al. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40n4/17.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2013.

PAULA, E. V. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no estado do Paraná (1993-2003)**. Dissertação (mestrado em Geografia). Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SÃO PAULO. Centro de Vigilância Epidemiológica Prof. Alexandre Vranjac, Vigilância Epidemiológica, **Dados Estatísticos**. Disponível em: <http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/zoo/dengue_dados.html>. Acesso em 17 de setembro de 2013.

BRASIL Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 18 de agosto de 2013.

SÃO PAULO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, **CIAGRO Online**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/>>. Acesso em 25 de junho de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 22, n. 1, 2007a. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 22, n. 2, 2007b. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 22, n. 3, 2007c. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 23, n. 1, 2008a. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 23, n. 2, 2008b. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **CLIMANÁLISE**: Boletim de Monitoramento e Análise Climática, Cachoeira Paulista. v. 22, n. 3, 2008c. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>. Acesso em 12 de maio de 2013.