

VARIABILIDADE CLIMÁTICA NAS CIDADES DE LONDRINA, MARINGÁ (PR) E FLORIANÓPOLIS (SC) E A EXPANSÃO LATITUDINAL DA DENGUE

Deise Fabiana Ely
Universidade Estadual de Londrina
deise@uel.br

Isabelle Teixeira Bertini
Universidade Estadual de Londrina
isabellebertini@hotmail.com

Luana Thayza de Oliveira
Universidade Estadual de Londrina
luana.deoliveira@live.com

CLIMA E SAÚDE

Resumo

No contexto atual, a dengue constitui um dos principais problemas de saúde pública no Brasil e no mundo, pois faz anual e sazonalmente centenas de milhares de vítimas. O presente artigo tem como objetivo principal analisar a variação das condições climáticas nas cidades de Londrina e Maringá (PR) e Florianópolis (SC) com o intuito de compreender a expansão latitudinal da dengue no centro-sul do Brasil. Para tanto, os dados de temperatura média e precipitação foram organizados em gráficos e tabelas para o período de 1983 a 2010. Também foram elaborados gráficos para a representação das notificações dos primeiros sintomas dos casos de dengue em conjunto com os totais pluviométricos e médias térmicas mensais para o período de 2007 a 2010. Pode-se observar um aumento linear na precipitação e temperatura das três localidades ao longo da série histórica analisada, contribuindo para o aumento dos casos de dengue nos últimos anos. Foi verificada uma correlação temporal entre a eclosão de casos de dengue após períodos chuvosos e temperaturas médias entre 17 e 27°C. Com relação à expansão latitudinal da dengue, foi verificado que as condições climáticas de Florianópolis têm funcionado, até agora, como uma barreira climática que dificulta a reprodução e sobrevivência do vetor.

Palavras-chave: Variabilidade climática; expansão latitudinal; Dengue.

Abstract

Dengue is one of the main public health problems in Brazil and in the rest of the world today, making hundreds of thousands of victims every year. This paper presents an analyze of climatic variation in three Brazilian cities, Londrina (PR), Maringá (PR) and Florianópolis (SC), in order to understand latitudinal expansion of Dengue in Brazil's South-central regions. Accordingly, it presents figures and tables of mean temperature and precipitation data from 1983 to 2010, figures of occurrence of early symptoms of dengue fever and of total pluviometric precipitation and monthly thermic means from 2007 and 2010. The authors observed a correlation between linear increasing of temperature in those three cities and dengue fever occurrences during the last years. The data show a temporal correlation between dengue occurrence after raining periods and mean temperature of 17 to 27°C. Relating to latitudinal expansion of dengue, authors observed that Florianópolis' climate conditions offer, up to now, a special climate barrier hindering the reproduction and surviving of the mosquito *Aedes aegypti*.

Key words: climatic variability; latitudinal expansion; Dengue.

Introdução

Segundo Mendonça; Paula; Oliveira (2004), no momento em que vivemos, a dengue corresponde a um sério problema de saúde pública no mundo, principalmente no que diz respeito a países tropicais, pois as condições do ambiente e as falhas nas políticas públicas favorecem o desenvolvimento e aumento da proliferação do seu mosquito vetor, o *Aedes aegypti*.

Os mosquitos do gênero *Aedes* têm ampla distribuição geográfica, limitados entre as latitudes 35°N e 35°S, nas regiões tropicais e subtropicais; fatores geográficos que proporcionam ao Brasil um ambiente propício à proliferação dos mosquitos e, portanto, da dengue.

Segundo o Ministério da Saúde (2002), “Os vetores são mosquitos do gênero *Aedes*. Nas Américas, a espécie *Aedes aegypti* é a responsável pela transmissão da dengue.” A re-emergência dessa infecção sob a forma de Dengue Clássico, Febre Hemorrágica de Dengue e Síndrome de Choque do Dengue coloca essa virose como um dos mais graves problemas de Saúde Pública. Além disso, Tauli (2011) salienta que “[...] o *Aedes aegypti* é um mosquito de hábitos domésticos, que pica durante o dia e tem preferência acentuada por sangue humano.”

Segundo Caramori *et al* (2008 p. 172) a condição ideal para a quebra de dormência do inseto está relacionada com a temperatura, que deve estar dentro de uma faixa adequada, para que ocorra a eclosão dos ovos e multiplicação de gerações. Além disso, para que possa haver oviposição é preciso superfícies livres com água limpa, normalmente encontrada em objetos deixados ao relento.

Segundo Mendonça; Paula (2002), a larva do *Aedes aegypti* se desenvolve onde há água limpa, parada e calor e também destacam que três condições climáticas são propícias para a ação do mosquito da dengue: temperaturas entre 25 e 29°C, chuvas intermitentes e ventos calmos.

As temperaturas cardinais para a larva do mosquito são inferiores a 5°C e superiores a 40°C, letais; abaixo de 8°C e acima de 32°C, inibem a sua atividade; de 24 a 28°C, ótimas para o seu desenvolvimento; e, segundo a Campanha Contra a Dengue (2007), raramente ocorre transmissão da dengue com temperaturas abaixo de 6°C. As temperaturas ótimas para a sua proliferação são em torno de 30 a 32°C e a sua transmissão ocorre, preferencialmente, com temperaturas acima de 20°C. Como se constata, os elementos climáticos, sobretudo a temperatura e a umidade, são condicionantes do desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue nos casos autóctones dessa doença. (FIOCRUZ, 2002 *apud* BURRIOL *et al*, 2010, p. 25)

Ainda segundo os autores citados, o mosquito, na fase alada, não suporta o frio, mas tem a capacidade de hibernar quando encontra condições favoráveis de sobrevivência, até o próximo ciclo de calor, podendo resistir até 500 dias.

Sobre a dinâmica do mosquito transmissor, Ferreira; Costa; Silvestre (2008) salientam que

Os ovos não são postos na água, e sim milímetros acima de sua superfície, em recipientes tais como latas e garrafas vazias, pneus, calhas, caixas d'água descobertas, pratos de vasos de plantas ou qualquer outro que possa armazenar água de chuva. Quando chove, o nível da água sobe, entra em contato com os ovos que eclodem em pouco mais de 30 minutos. Em um período que varia entre cinco e sete dias, a larva passa por quatro fases até dar origem a um novo mosquito.

Apesar dos condicionantes climáticos serem um ponto crucial no que diz respeito à proliferação do vírus da dengue, é preciso deixar claro que “[...] os aspectos ambientais não devem ser considerados isoladamente, sendo relevantes também as condições socioeconômicas e culturais das populações residentes nas localidades onde o número de focos do vetor é elevado” (MENDONÇA, PAULA; OLIVEIRA, 2004).

Diante da expansão espacial desta doença para áreas consideradas, até recentemente, como indenes, o presente trabalho tem como principal objetivo analisar a variação das condições climáticas nas cidades de Londrina e Maringá, localizadas no estado do Paraná e Florianópolis, em Santa Catarina, com o intuito de analisar a expansão latitudinal da dengue no centro-sul do Brasil. Vale destacar que os resultados parciais ora apresentados constituem parte das análises desenvolvidas dentro de um projeto mais amplo, intitulado “Contingências socioambientais da dinâmica espacial da dengue no centro-sul do Brasil: riscos e vulnerabilidades face à urbanização e mudanças climáticas”. Destaca-se que as cidades selecionadas para a análise fazem parte de um grupo daquelas que já registraram epidemias de dengue, inseridas no domínio climático subtropical úmido.

Material e métodos

Para o desenvolvimento desse estudo, primeiramente, foi necessária a aquisição de dados meteorológicos de boa qualidade e numa seqüência contínua, imprescindíveis para o desenvolvimento de estudos de variabilidade climática. Os dados de precipitação total e das temperaturas médias (mínimas, médias e máximas) foram disponibilizados para os recortes temporais mensais e anuais para o período de 27 anos (1983-2010) pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) para a cidade de Londrina, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para Maringá (PR) e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) para Florianópolis (SC). Destaca-se que o referido recorte temporal foi definido em virtude da disponibilidade dos dados para a localidade de Florianópolis e por ser um período que não apresentou falhas.

Para a análise e interpretação dos dados foram elaborados gráficos de distribuição anual das temperaturas médias e dos totais anuais das precipitações; além de duas tabelas com a classificação dos “anos-padrões”, produzidas por meio da técnica dos Quantis proposta por Pinkayan (1966) e da classificação de unidades pluviais por desvio padrão proposta por Sant’Anna Neto (1990). Todos os cálculos e a produção das tabelas foram desenvolvidos por meio da planilha eletrônica Excel.

Os dados dos casos de dengue foram disponibilizados pela Secretaria da Saúde do estado do Paraná (SESA) e pela Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis (SC). Para a presente análise

foram considerados os dados de identificação dos municípios, considerando a data dos primeiros sintomas para os casos autóctones e importados, que foram plotados em gráficos juntamente com os totais pluviométricos mensais e as temperaturas médias mensais para os anos de 2007, 2008, 2009 e 2010. Esse recorte temporal foi definido em virtude da disponibilidade dos dados e pelo fato de compreender dois períodos que se configuraram em epidemias de dengue no estado do Paraná (DUQUE L., 2010).

Caracterização das cidades

Londrina está localizada na região norte do estado do Paraná, nas seguintes coordenadas geográficas: 23°22' de latitude Sul e 51°10' de longitude a Oeste, em uma altitude média de 585m, com uma área territorial de 1.650 km² e população estimada de 506.701 mil habitantes, com uma densidade demográfica de aproximadamente 306,49 hab/km² (IBGE, 2010).

A cidade de Maringá está localizada na região noroeste do estado do Paraná, na latitude de 23°25' Sul e longitude de 51°57' Oeste, com uma altitude média de 596m. O município possui a extensão territorial de 488km² e sua população é de 357.077 mil habitantes, com uma densidade demográfica de 732,12 hab/km² (IBGE,2010).

A cidade de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, está situada no litoral, na latitude de 27° 35' Sul e longitude de 48° 32' Oeste com altitude média de 3 metros. Possui 421.240 mil habitantes e uma densidade demográfica de 627,24 hab/km², em uma área territorial de 672km² (IBGE, 2010).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante nos três municípios estudados é o subtropical úmido (Cfa) com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2011).

Resultados e discussões

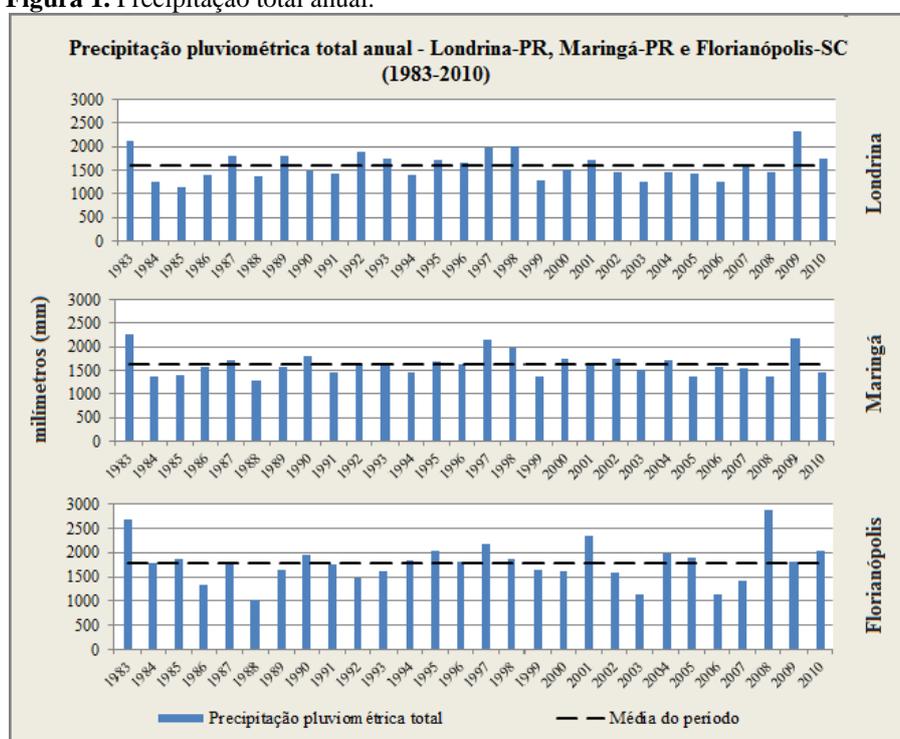
a) Variabilidade climática

Na figura 1 estão representados os totais pluviométricos anuais do período em estudo para os municípios analisados e foi identificado um padrão cíclico na variação dos mesmos. O ano de 1983 registrou totais acima da média (maiores que 2100mm) em todas as localidades. No período de 1984 a 1996 as precipitações permaneceram próximas à média histórica, mas o ano de 1988 foi caracterizado por baixo total pluviométrico nos três municípios; sendo que em Florianópolis a redução foi mais expressiva, com mais de 700mm abaixo da média. Os anos de 1997 e 1998 registraram totais acima de 1800mm nas localidades consideradas, refletindo a influência de um fenômeno El Niño de forte

intensidade (CPTEC, 2012); enquanto que o ano de 1999 apresentou menores totais (em torno de 1200mm anuais) nas mesmas. No período de 2000 a 2008 os totais pluviométricos variaram próximos à média nas três localidades, mas em Florianópolis os anos de 2001 e 2008 apresentaram totais mais elevados (2360,7mm e 2887,9mm respectivamente). Enquanto que em Londrina e Maringá o ano de 2009 concentrou os maiores totais (2333,5 a 2171,2mm respectivamente).

O fato de Florianópolis se localizar em uma ilha e banhada pelo oceano Atlântico pode justificar sua distinta variabilidade pluviométrica, devido à maior disponibilidade de umidade relativa do ar; assim como a diferença no volume total anual de chuvas em relação aos outros municípios. O que fica bastante evidente ao compararmos a média de precipitação pluviométrica total do período, pois em Florianópolis a média histórica é de 1793mm e em Londrina e Maringá é de 1597mm e 1636mm, respectivamente.

Figura 1. Precipitação total anual.



Fonte: IAPAR, INMET e EPAGRI. (Organizado pelas autoras.)

De um modo geral, foi possível identificar que no período de 1983 a 2010 os três municípios apresentaram um aumento linear dos totais pluviométricos anuais, sendo que em Maringá esse aumento foi menos significativo.

Para uma melhor interpretação da variabilidade anual das chuvas, foram organizadas duas tabelas: uma com a classificação dos anos segundo a técnica dos Quantis, proposta por Pinkayan (1966) (quadro 1) e outra elaborada a partir da técnica do cálculo do desvio padrão; proposta por Sant'Anna Neto (1990) (quadro 2).

Quadro 1. Variação espaço temporal da pluviosidade anual segundo o método dos quantis.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Londrina	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso
Maringá	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Tendente a chuvoso
Florianópolis	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Habitual	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso

Legenda: Chuvoso (Azul), Tendente a chuvoso (Azul claro), Habitual (Branco), Tendente a seco (Amarelo), Seco (Laranja)

* Segundo o método dos quantis.

Fonte: IAPAR, INMET e EPAGRI. (Organizado pelas autoras.)

Quadro 2. Variação espaço temporal da pluviosidade anual segundo o método Desvio padrão.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Londrina	Chuvoso	Seco	Seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Seco	Habitual	Chuvoso	Seco	Habitual	Chuvoso	Habitual	
Maringá	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Tendente a chuvoso
Florianópolis	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Tendente a chuvoso

Legenda: Chuvoso (Azul), Tendente a chuvoso (Azul claro), Habitual (Branco), Tendente a seco (Amarelo), Seco (Laranja)

* Segundo o método do desvio padrão.

Fonte: IAPAR, INMET e EPAGRI. (Organizado pelas autoras.)

A variação espaço temporal da pluviosidade nas localidades estudadas, conforme os quadros 1 e 2, demonstra que os anos 1983 e 1997 foram chuvosos, mas o ano de 1998 também foi classificado como chuvoso segundo o método do Desvio Padrão (quadro 2). Destaca-se o ano de 1988 como tendente a seco e seco em todas as localidades para os dois métodos empregados. Outro ponto importante a ser observado é que apenas o ano de 1996 foi identificado como habitual para os três municípios.

De um modo geral, os anos de 1983, 1997, 1998 e 2009 foram chuvosos ou tendente a chuvosos nos três municípios. Dentre esses anos, os três primeiros caracterizaram-se por anos de forte influência do fenômeno El Niño, fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais nas porções central e leste do oceano pacífico. Na região sul do Brasil, os efeitos deste fenômeno costumam gerar precipitações abundantes, principalmente na primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 189-194). O ano de 2009 caracterizou-se neutro em relação aos fenômenos El Niño e La Niña.

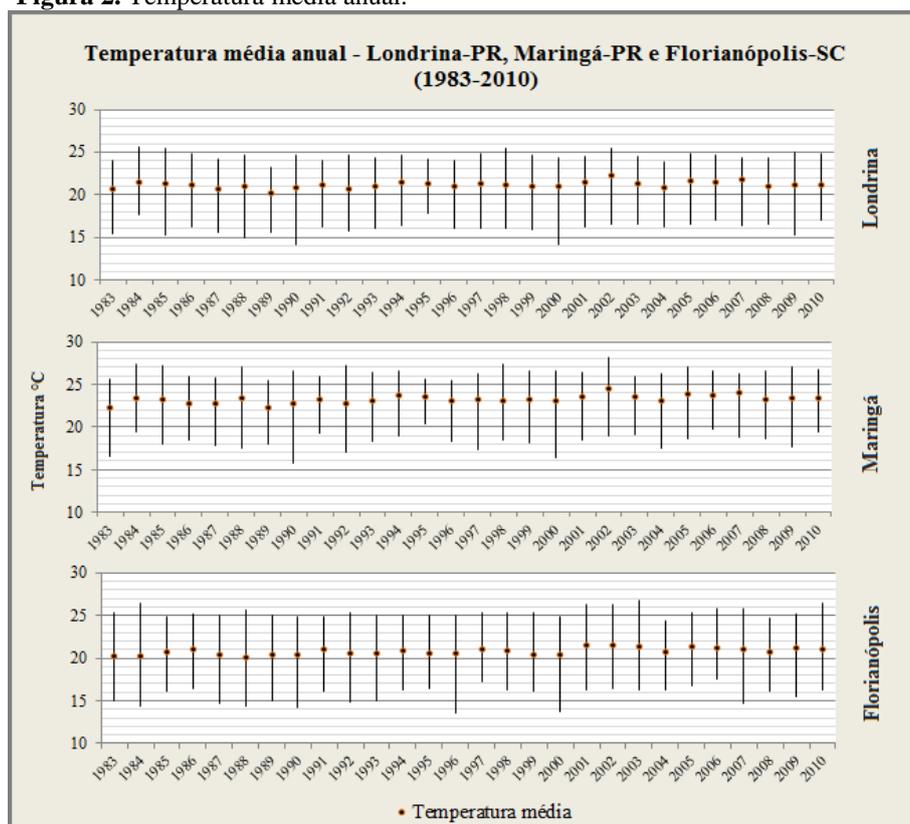
O fenômeno inverso ao El Niño, conhecido como La Niña, é responsável pelo resfriamento atípico das águas do Pacífico e os efeitos na região Sul do Brasil também se manifestam de forma inversa àqueles do El Niño. Por isso, dependendo de sua intensidade, este fenômeno contribui para períodos de estiagem na área de estudo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 191). Diante

disso, identifica-se que o ano de 1988, tendente a seco e seco nas três localidades, foi influenciado pela ocorrência de um fenômeno La Niña de forte intensidade (CPTEC, 2012). Os anos de 1984, 1985, 1999, caracterizados como secos e tendentes a secos em Londrina e Maringá, também apresentaram os efeitos da La Niña.

Na região Sul do Brasil, geralmente, os efeitos dos respectivos fenômenos são identificados por meio da variação dos índices pluviométricos, porém esses fenômenos não são os únicos responsáveis pela variabilidade e distribuição das chuvas na região. A dinâmica atmosférica e a sazonalidade dos sistemas convectivos, em especial a Frente Polar Atlântica (FPA), também podem produzir variações nos ciclos das chuvas e, conseqüentemente, nas diferenças dos regimes pluviométricos; merecendo análises posteriores mais detalhadas que contribuirão para a compreensão da variabilidade das chuvas na região em estudo.

Em relação às temperaturas médias anuais do período, na figura 2 são verificadas diferenças entre as localidades analisadas. A temperatura média apresentada por Maringá foi mais alta (23,3°C) do que em Londrina (21,2°C) e em Florianópolis (20,8°C); demonstrando a influência da variação latitudinal das mesmas.

Figura 2. Temperatura média anual.



Fonte: IAPAR, INMET e EPAGRI. (Organizado pelas autoras.)

Em Maringá, em todos os 27 anos da série histórica, as temperaturas médias máximas estiveram acima dos 25,4°C, o que só ocorreu em Londrina em 4 anos (1984, 1998 e 2002). Em

Florianópolis isto ocorreu em 8 dos 27 anos (1984, 1988, 2001, 2002, 2003, 2006, 2007 e 2010) e, a partir de 2001, percebe-se um aumento considerável das temperaturas médias, máximas e mínimas nesta localidade.

Os registros das temperaturas médias mínimas em Londrina ficaram próximos de 16°C, em média, havendo alguns anos extremos que registraram 14,1°C (1990 e 2000). Em Maringá a temperatura média mínima do período foi de 18,2°C, superior aos outros municípios; os casos extremos também foram registrados em 1990 e 2000, com temperaturas médias mínima de 15,7°C e 16,4°C, respectivamente. Pode-se perceber que em Florianópolis as temperaturas médias mínimas foram inferiores em relação aos outros dois municípios, sendo em média de 15,6°C, com eventos mais severos nos anos de 1984, 1988, 1990, 1996 e 2000; todos com temperaturas médias mínimas abaixo dos 15°C, sendo que em 1996 e 2000 a média mínima foi inferior a 14°C.

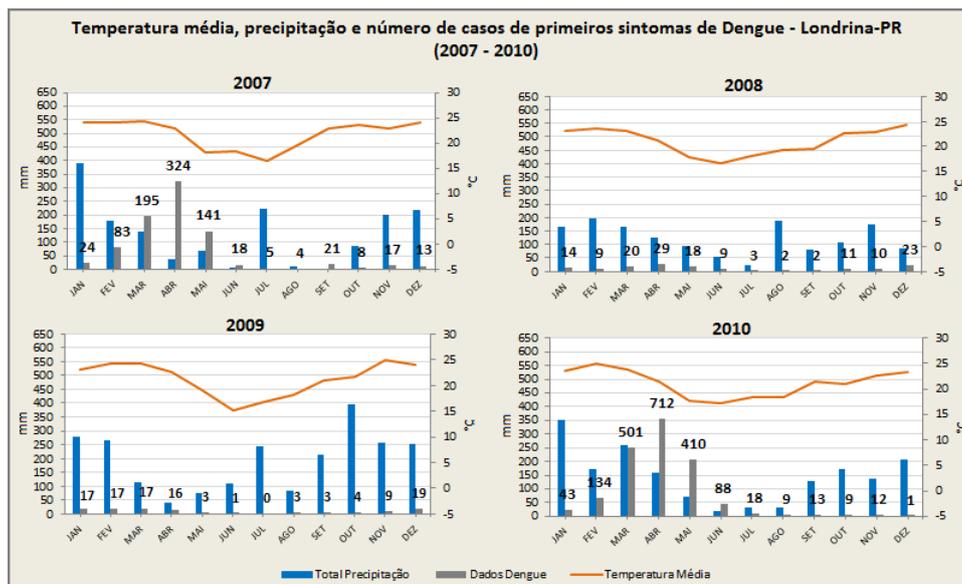
Essa distinção entre as temperaturas nas três localidades pode ser explicada pela influência de diversos controles climáticos, tais como a localização, o relevo, a continentalidade, a maritimidade e a atuação dos diferentes sistemas atmosféricos. De um modo geral, Maringá apresenta temperaturas mais elevadas; enquanto que em Londrina predominam as características de transição climática com relação às temperaturas médias. Mas destaca-se que Londrina apresenta temperatura média máxima inferior àquela de Florianópolis e temperatura média mínima superior a esta última. Diante disso, constata-se que Florianópolis é a localidade que possui maior amplitude térmica anual (13,3°C), reforçando a influência da posição latitudinal das localidades.

Foram elaborados gráficos com as linhas de tendência para a variabilidade das precipitações e temperaturas médias, que não estão apresentados no presente artigo devido à limitação do número de páginas, que permitiram verificar um aumento linear das chuvas ao longo do período de análise em todas as localidades; mas menos significativo para Maringá ($R^2=0,0002$). Com relação às temperaturas foi constatado que, apesar de Maringá ser o município com as maiores temperaturas, Florianópolis demonstrou um aumento linear expressivo das mesmas ($R^2=0,3813$). Os demais municípios também apresentaram um aumento linear das temperaturas: em Maringá ($R^2=0,3215$) o aumento foi próximo ao de Florianópolis e em Londrina menos expressivo ($R^2=0,1533$).

b) Dengue e elementos climáticos

No ano de 2007, em Londrina (PR), foram registrados casos de primeiros sintomas de dengue durante todo o ano (figura 3), porém, no período de fevereiro a maio ocorreu uma concentração maior, com 743 casos; destacando-se que, durante o ano todo, foram registrados 853 casos. A concentração dos casos entre os meses de fevereiro a maio é explicado pela própria dinâmica do mosquito transmissor, que necessita de períodos chuvosos intermitentes e de temperaturas elevadas (entre 24 e 27°C) para se reproduzir.

Figura 3. Casos de dengue, temperatura média e precipitação em Londrina (PR) – 2007 a 2010.



Fonte: IAPAR e SESA. (Organizado pelas autoras.)

As temperaturas médias e os totais de precipitação destes meses permaneceram elevados em Londrina: 24,2°C e 180,8mm (Fevereiro), 24,3°C e 138,2mm (Março), 22,9°C e 38,8mm (Abril) e 18,2°C e 69,3mm (Maio), propiciando boas condições para a eclosão dos ovos, para a ação e proliferação dos mosquitos *Aedes aegypti*. A partir de junho o número de casos caiu significativamente, quando as temperaturas e a precipitação também entram em declínio.

Em 2008 e 2009 também foram registrados casos de dengue durante o decorrer de todos os anos em Londrina e a maior concentração também ocorreu nos meses de fevereiro a maio; porém nos referidos anos os casos tiveram forte redução, com um total anual de 150 e 109 casos, respectivamente.

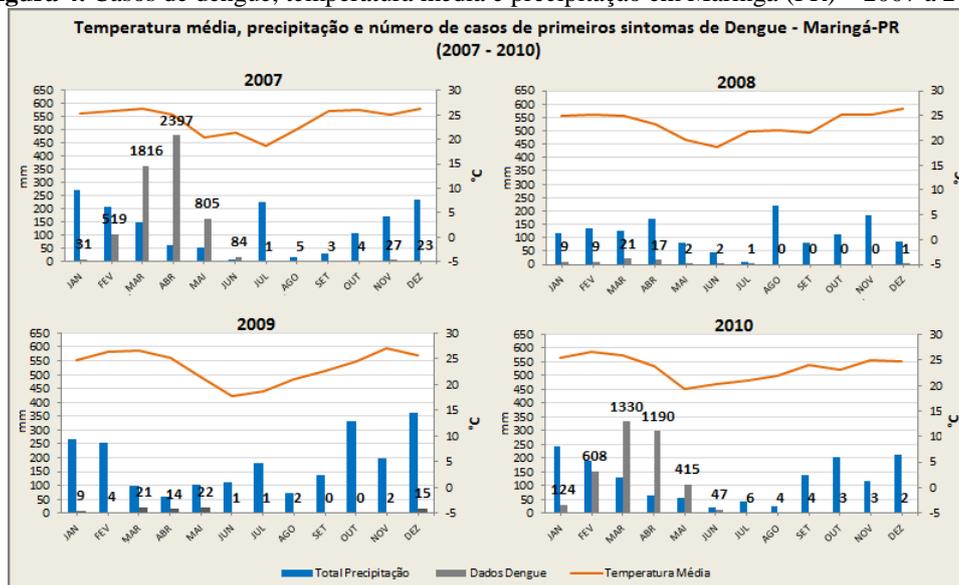
O ano de 2010 apresentou um grande aumento nos casos de dengue em Londrina, com um total anual de 1950 casos. O mês de fevereiro demarca o início do aumento no número de casos, atingindo o ápice no mês de abril e no mês de junho ocorre a redução do número de casos. As temperaturas médias e os totais de precipitação também permaneceram altos nesse ano: 24,9°C e 171,7mm (Fevereiro); 23,8°C e 257,7mm (Março); 21,4°C e 159,9mm (Abril); 17,7°C e 71,4mm (Maio).

Vale destacar que, exceto para o ano de 2009, o mês de abril foi o que concentrou o maior número de casos: 324 (2007), 29 (2008), 712 (2009).

A cidade de Maringá (PR) apresenta uma dinâmica semelhante à de Londrina (PR) (figura 4), o ano de 2007 também se caracterizou por um ano epidêmico, com um total de 5715 casos registrados de primeiros sintomas de dengue. E, assim como para Londrina, o maior número de notificações ocorreu no período de fevereiro a maio, totalizando 5537 casos. Vale ressaltar que as temperaturas médias e os totais pluviométricos dos meses caracterizam o ambiente ideal para a ação do mosquito:

25,9°C e 207,4mm (Fevereiro); 26,2°C e 150,0mm (Março); 25°C e 63,9mm (Abril); 20,3°C e 51,4mm (Maio).

Figura 4. Casos de dengue, temperatura média e precipitação em Maringá (PR) – 2007 a 2010.



Fonte: INMET e SESA. (Organizado pelas autoras.)

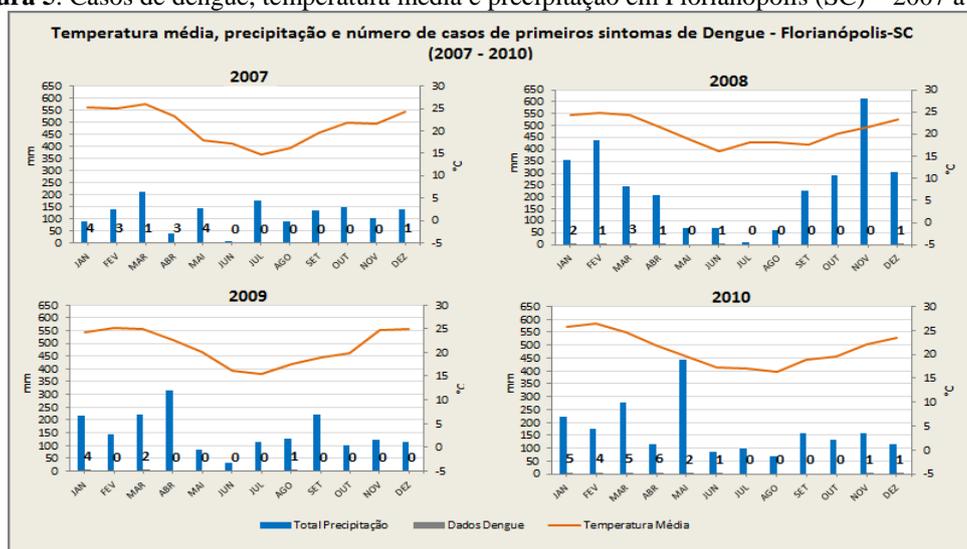
Nos anos de 2008 e 2009 as notificações dos casos de primeiros sintomas de dengue tiveram uma forte redução em Maringá; com um total anual de 62 e 91 casos, respectivamente. Destaca-se que os totais pluviométricos mensais não mudaram muito de um ano para outro, assim como as temperaturas médias.

Assim como em Londrina, o ano de 2010 registrou um expressivo aumento no número de notificações de casos de dengue em Maringá, com um total de 3736 casos. Verifica-se uma repetição da dinâmica apresentada em Londrina, ou seja, após um período chuvoso a precipitação diminui e a temperatura se mantém entre 17 e 27°C produzindo as condições ótimas para a eclosão dos ovos, transmissão e proliferação da dengue pelos mosquitos. Assim os meses de fevereiro, março, abril e maio concentraram os casos de dengue em Maringá (608 casos em fevereiro; 1330 em março; 1190 em abril e 415 em maio), sendo que abril foi o mês com maior número de casos tanto em 2007 como em 2010.

Florianópolis (SC), localizada 5° de latitude mais ao Sul que Londrina e Maringá (PR), não demonstra números expressivos nos registros de casos de primeiros sintomas de dengue para a série analisada (figura 5); mesmo assim os anos de 2007 e 2010 também concentraram o maior número: 16 casos em 2007 e 25 notificações em 2010. Apesar de apresentar temperaturas propícias para o desenvolvimento e ação do mosquito transmissor (entre 17,5°C à 26,5°C) no período entre fevereiro e maio, em Florianópolis nesse período as chuvas foram contínuas e com totais elevados (de 134,2 a 252,5mm); não permitindo a eclosão dos ovos, pois não se estabelece o intervalo de redução das precipitações necessário para que a mesma ocorra. Além disso, destaca-se que os casos de primeiros

sintomas de dengue registrados na cidade são importados, ou seja, a transmissão não ocorreu na cidade. Desta forma, percebe-se que, além da grande importância que a precipitação e as temperaturas exercem sobre a propagação da doença, outros fatores também precisam ser considerados para entender a dinâmica do mosquito e da doença nesta área.

Figura 5. Casos de dengue, temperatura média e precipitação em Florianópolis (SC) – 2007 a 2010.



Fonte: EPAGRI e Secretaria Municipal de Saúde de Florianópolis (SC). (Organizado pelas autoras.)

Considerações finais

A análise dos dados pluviométricos possibilitou constatar a ocorrência de semelhanças na variabilidade das chuvas em Londrina e Maringá (PR), mas em Florianópolis essa variação se dá de forma distinta devido à sua posição latitudinal e a influência da maritimidade que propiciam um volume maior das chuvas e uma melhor distribuição anual das mesmas. Também foi identificado que, o período de 1983 a 2010, os três municípios apresentaram um aumento linear dos totais pluviométricos anuais, sendo que em Maringá esse aumento foi menos significativo.

Apenas quatro anos foram constatados como chuvosos e tendente a chuvoso nos três municípios (1983, 1997, 1998 e 2009); demonstrando a influência do fenômeno El Niño na variabilidade das precipitações. Com relação à aplicação das duas metodologias à variabilidade das precipitações, o método dos Quantis demonstrou melhor resultado, pois o método do desvio padrão tendeu a superestimar os dados.

Com relação à variabilidade térmica apresentada pelas localidades, Maringá registrou a maior média (23,3°C), seguida por Londrina (21,2°C) e Florianópolis (20,8°C); demonstrando a influência da variação latitudinal das mesmas. Florianópolis apresentou a maior amplitude térmica anual (13,3°C), reforçando a influência da latitude e, também, demonstrou um aumento linear expressivo das mesmas.

A partir da constatação do aumento linear das precipitações e temperaturas médias na série histórica das localidades estudadas fica evidente a contribuição climática para o aumento do número de casos de primeiros sintomas de dengue, visto que o vetor desta doença necessita de temperaturas elevadas e precipitação pluviométrica intermitente. Portanto, a situação ambiental das mesmas tem se tornado mais propícia para a eclosão dos ovos, ação e proliferação dos mosquitos *Aedes aegypti*.

A análise da dengue correlacionada aos elementos climáticos possibilitou identificar o período de fevereiro a maio como o mais propício para a eclosão dos ovos, ação e proliferação dos mosquitos *Aedes aegypti*; pois demonstra um período de redução dos totais pluviométricos posterior a um período chuvoso com as temperaturas médias se mantendo entre 17 e 27°C.

Abril foi o mês com maior eclosão dos casos de primeiros sintomas de dengue nas localidades estudadas, momento em que os totais pluviométricos reduzem (90 mm em média) mas com temperaturas médias entre 21°C e 24°C.

A identificação desse período ótimo para a eclosão dos ovos, ação e proliferação dos mosquitos é de grande importância para as ações de combate aos mesmos; pois os agentes de combate à dengue podem intensificar as visitas às residências no período chuvoso (dezembro e janeiro) para eliminar os possíveis criadouros; além de intensificar as campanhas de conscientização da população para a eliminação dos mesmos.

A análise temporal da evolução das notificações dos casos de primeiros sintomas de dengue nas localidades estudadas indica 2007 e 2010 como anos epidêmicos para Londrina e Maringá (PR), com uma redução dos casos nos anos de 2008 e 2009. Duque L. *et al* (2010) destacam que 2006 / 2007 demarca um período de co-circulação dos sorotipos do vírus da dengue DEN1, DEN2 e DEN3 no Paraná, a população estava parcialmente imune a algumas das variações do vírus e a dispersão do vetor não foi acompanhada de vigilância epidemiológica; proporcionando a elevação no contato hospedeiro vetor. Os autores também enfatizam o padrão de comportamento da dengue em ondas epidêmicas que provocam ampla distribuição dos casos seguidas de um período de redução, pois o vetor sofre uma adaptação e a população se torna imune ao vírus em circulação. Após o período de redução, devido à flexibilidade do vírus, ele passa por modificações e circula novamente, gerando novas epidemias como a de 2010.

Com relação à expansão latitudinal da dengue no centro-sul do Brasil pode-se considerar que as condições climáticas de Florianópolis têm funcionado, até agora, como uma barreira climática que dificulta a reprodução e sobrevivência do vetor.

REFERÊNCIAS

BURIOL, G. A. *et al*. Zoneamento climático das condições para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde – RECIIS**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 24 – 36,

Jun. 2009. Disponível em:
<<http://www.reciis.cict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/viewArticle/146>>. Acesso em: 28 ago. 2012.

CARAMORI, P. H. *et al.* Potencial de propagação do *Aedes aegypti* no estado do Paraná sob cenários de mudanças climáticas. In: **Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 8, 2008. Alto Caparaó. **Anais**. Alto Caparaó. Universidade Federal de Uberlândia. 2008. CD-Rom. p. 170 - 178

CPTEC. CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em:
<http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: jul. 2012.

DUQUE L, J. E. *et al.* Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período de 1995-2007. **Revista Salud UIS**. Bucaramanga – Colômbia, v. 42, n. 2, p. 113 – 122, 2010. Disponível em: <<http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/1396>>. Acesso em: 28 ago. 2012.

FERREIRA, A. B.; COSTA, F. P. M.; SILVESTRE, K. B. Índice vetorial da cidade de Uberlândia - MG para *Aedes Aegypti* em função da variação climática para o ano de 2002. In: **Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 8, 2008, Alto Caparaó. CD-ROM. p. 109 - 118.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Ibge Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2011. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: jul. 2012.

MENDONÇA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia - Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MENDONÇA, F.; PAULA, S.V. de. Análise geográfica da dengue no Paraná e em Curitiba no período 1995-2002: um enfoque climatológico. In: **Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 5, 2002, Curitiba. CD-ROM.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. Aspectos sócio-ambientais da expansão da dengue no Paraná. In: **ENCONTRO DO ANPPAS**, 2, 2004, Indaiatuba. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/papers/papers.html#2>>. Acesso em: jul. 2012.

MENDONÇA, F.; PAULA, S.V. de; OLIVEIRA, M.M.F de. Aspectos sócio-ambientais da expansão da dengue no Paraná. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/gt12/anpas_dengue.pdf>. Acesso em: jul. 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Dengue: **Aspectos Epidemiológicos, Diagnóstico e Tratamento**. Brasília: Editora MS, 2002.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area**. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hydrology Papers, 12).

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. Dissertação de mestrado. USP. São Paulo, 1990.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ. **Paraná Contra a Dengue**. Disponível em: <<http://www.paranadengue.pr.gov.br/>>. Acesso em: jul. 2012.

TAUIL, P. L. **Urbanização e ecologia do dengue.** Disponível em:
<<http://www.scielo.org/pdf/csp/v17s0/3885.pdf>>. Acesso em: jul. 2012.