

**PKS**

PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA  
(RECIFE)**

<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

**OJS**

OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS

## RITMO CLIMÁTICO E GEOGRAFIA DA SAÚDE

*Helena Ribeiro<sup>1</sup>, Edelci Nunes da Silva<sup>2</sup>, Maria Aparecida Oliveira<sup>3</sup> e Sofia Lizarralde Oliver<sup>4</sup>*

1. *Geógrafa. Mestre em Geografia pela Universidade da Califórnia Berkeley. Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo. Professora Titular do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. E-mail: lena@usp.br*
2. *Geógrafa. Mestre e Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Professora Adjunta do Departamento de Geografia, Turismo e Humanidades da Universidade Federal de São Carlos\_Campus Sorocaba. E-mail: enunes@ufscar.br*
3. *Bacharel em geografia e mestre em Geografia física pela Universidade de São Paulo. Doutora em Saúde Pública, pela Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo, com período na Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. E-mail: mariaoliveira@usp.br*
4. *Geógrafa. Mestre em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da da Universidade de São Paulo. Doutoranda da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.*

*Artigo convite - 40 anos do lançamento da obra Teoria e Clima Urbano do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro*

### RESUMO

O artigo apresenta a relevância dos conceitos de Clima Urbano e de Ritmo Climático para pesquisas em Geografia da Saúde a partir de três estudos de caso. O primeiro destaca exemplos de estudos feitos em climas urbanos de diferentes locais em que os referenciais foram aplicados, mostrando a relação entre o ritmo climático e efeitos temporais à saúde da população. Ilustra com o caso de internações hospitalares de idosos por doenças circulatórias em região da cidade de São Paulo, que segue um ritmo temporal relacionado a elementos do clima. O segundo caso descreve resultados de pesquisa realizada na cidade de Araraquara, de porte médio, no estado de São Paulo, em que elementos climáticos, como temperatura, precipitação, umidade e vento tiveram papel importante no desencadear de epidemias de dengue. O terceiro caso estudado é o da relação entre o ritmo climático e a proliferação de algas cianofíceas na represa Guarapiranga, responsável pelo abastecimento de até 50% da população paulistana. A proliferação de algas é causada pelos poluentes despejados na represa, que levam à sua eutrofização. No entanto, fatores climáticos têm um papel no desencadeamento e na intensidade das florações, que, em longo, prazo, podem estar relacionadas à maior incidência de câncer do aparelho digestivo.

**Palavras-chave:** Clima urbano, Biometeorologia, Geografia da Saúde, Ritmo Climático, Efeitos à saúde.

## CLIMATIC RYTHM AND GEOGRAPHY OF HEALTH

### ABSTRACT

This article presents the relevance of concepts as Urban Climate and Climatic Rhythm for investigations in Geography of Health, based on 3 case studies. The first one highlights examples of urban climate studies done in different cities with the application of the climatic rhythm references, showing the relation between climatic rhythm and weather effects on health. It illustrates with the case of hospital admissions of elderly people by cardiovascular diseases in the city of São Paulo, which follows a time pattern related to climate elements. The second case describes and analyses the results of research undertaken in the city of Araraquara, of medium size, in the state of São Paulo, where climate elements, as temperature, rainfall, humidity and wind, had a relevant role in the development of dengue epidemics. The third case studied is on the relation between climatic rhythm and algae proliferation at the Guarapiranga reservoir, responsible for up to 50% of the population of the city of São Paulo. The algae proliferation is caused by pollutants carried to the reservoir, which lead to its eutrophication.

However, climatic factors have a role in the start and on the intensity of the algae blooms, which, in the long range, might be associated to higher incidence of cancer of the digestive tract.

**Keywords:** urban climate, biometeorology, Geography of Health, Climate rhythm, Health effects

## **INTRODUÇÃO**

A atmosfera é responsável pela sustentação da vida na terra. O oxigênio molecular livre na atmosfera, a temperatura e a umidades são os principais fatores que explicam a vida no nosso planeta, assim como a influência da biosfera na atmosfera.

A atmosfera produz efeitos diretos sobre a fisiologia dos seres vivos. E a mudança de fatores meteorológicos, que se produzem em poucas horas até dias e anos, influencia o organismo humano de diferentes formas. Assim, o conceito de ritmo climático está intrinsecamente ligado ao conceito de Biometeorologia Humana. A biometeorologia humana é o estudo da influência do tempo e do clima sobre o ser humano, "saudável" ou "doente", para propósitos fisiológicos e medicinais, podendo também ser subdividida em: a. Fisiológica que trata das relações meteorotrópicas, ou seja, entre a meteorologia e a fisiologia de pessoas saudáveis. b. Sociológica, que estuda os efeitos do ritmo climático sobre as atividades culturais, de comportamento e saúde pública da população em geral. c. Patológica; que se preocupa com as doenças dos seres humanos (TROMP, 1963).

A Geografia da Saúde, ou Geografia Médica, vem se formando e afirmando como campo de estudos desde 1949, quando Jacques May, Maximilien Sorre e Arthur Geddes fundaram a Comissão de Geografia Médica integrada à União Geográfica Internacional (Santana, 2014). Às preocupações existentes àquela época, foram se acrescentando outras, no decorrer de seu desenvolvimento. Os geógrafos vêm se dedicando ao estudo de temas importantes como: distribuição de doenças, determinantes do estado de saúde da população, uso de serviços de saúde (Santana, 2014). Em todas essas temáticas, elementos do clima e do tempo e, sobretudo, o ritmo climático, têm se mostrado muito relevantes e vêm recebendo atenção crescente no desenvolvimento de modelos preditivos de mudanças climáticas e de medidas adaptativas.

O ritmo climático é a base da biometeorologia humana, em diferentes escalas temporais: horaria, diária, sazonal e anual; e espaciais: microclima, clima local, clima regional e clima global. Na Geografia da Saúde e no Clima os ambientes urbanos ganharam proeminência nos estudos. Isto se deveu à expansão das cidades pós Revolução Industrial, bem como ao aumento delas em todo o globo, devido ao desenvolvimento econômico associado ao processo de globalização, no último século. A ocupação e uso dos solos urbanos mudaram rapidamente,

desde meados do século passado até o dias de hoje. Em 1950, 30 por cento da população mundial era urbana. Em 2014, globalmente, 54 por cento da população mundial residia em áreas urbanas (NAÇÕES UNIDAS, 2014), e, para 2050, as projeções indicam 66 por cento da população do mundo em cidades. A população urbana mundial cresceu de 746 milhões em 1950 a 3.900 milhões em 2014.

Já há um conhecimento consolidado sobre a importância das variações estacionárias na incidência de doenças infecciosas, sobretudo daquelas transmitidas por vetores, que têm um ciclo de vida na natureza, cuja reprodução e disseminação são favorecidas por condições térmicas e hidro meteorológicas específicas mais adequadas (COELHO-ZANOTTI & MASSAD, 2012; HANSEN ET AL., 2015).

Há, também, constatações de uma distribuição desigual da mortalidade ao longo do ano, sob climas temperados e subtropicais (SANTANA, 2014; SILVA, RIBEIRO E SANTANA, 2014).

Mas, existe um crescente corpo de evidências mostrando variações diárias na mortalidade, relacionadas ao ritmo climático diuturno, sobretudo de temperaturas mínimas, temperaturas máximas, amplitudes térmicas e umidade relativa do ar (OSÓRIO GARCIA, 2016).

Muitos estudiosos vêm se debruçando para entender o efeito das ondas de calor e de frio, em diferentes cidades do mundo, sobre taxas de mortalidade, internações hospitalares, atendimentos médicos (GOLDEN ET AL., 2008), desordens neurológicas, mentais e comportamentais (KIM ET AL., 2015) e doenças cardiorrespiratórias (SILVA E RIBEIRO, 2012).

O presente artigo tem como objetivo mostrar algumas evidências encontradas em pesquisas de geografia da saúde, em áreas urbana, que utilizaram o ritmo climático, em diferentes escalas temporais e espaciais, como variável para se entender processos de adoecimento.

## **DOENÇAS DOS APARELHOS RESPIRATÓRIO E CIRCULATÓRIO, RITMO DO TEMPO E AS ESTRUTURAS DE DEFASAGEM**

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que 23% das mortes ocorridas no mundo, em 2012, foram ocasionadas devido às condições ambientais inadequadas, dentre as quais aquelas relacionadas aos fatores climáticos. O acidente vascular cerebral e as doenças

isquêmicas do coração estão em primeiro e segundo lugares e as doenças respiratórias crônicas e as infecções respiratórias em quinto lugar e sétimo lugares, respectivamente, entre aquelas que mais matam no mundo por problemas ambientais. As crianças e os idosos são os grupos mais vulneráveis, além da população mais pobre (WHO 2016).

Os estudos que relacionam variáveis meteorológicas e saúde não são recentes, porém eles têm ganhado maior destaque, no Brasil, nas últimas décadas, de certa forma influenciados por Monteiro, principalmente pela necessidade de melhor compreender os efeitos das alterações climáticas urbanas na saúde da população dos países tropicais e as possíveis vulnerabilidades frente às mudanças climáticas globais. Dessa forma, estudos vêm sendo conduzidos em vários centros de pesquisa e universidades, e equipes de pesquisadores da medicina, da epidemiologia, da meteorologia, da geografia têm empreendido esforços para produzir conhecimento, a fim de subsidiar políticas públicas que contribuam para o controle dos fatores de risco dos agravos à saúde da população (SILVA ET AL 2014).

Na Geografia, os estudos de clima e saúde fazem parte da Geografia Médica ou da Saúde e buscam contribuir para a compreensão do impacto dos atributos climáticos na saúde da população, mas também dos condicionantes das desigualdades socioambientais, que são fatores importantes, pois *as diferenças sociais estão contidas nos espaços, onde as variações do tempo meteorológico são sempre mais sentidas pelos seres humanos que vivem nas áreas vulneráveis e de riscos* (SETTE e RIBEIRO 2011).

A análise rítmica (tipos de tempo), proposta por Monteiro (1971), avalia as condições diárias das variáveis meteorológicas associadas à condição sinóptica, a fim de revelar a gênese climática de um determinado espaço. Permite, também, identificar os desvios extremos. Já o Sistema Clima Urbano -SCU- consiste em uma proposta teórica, elaborada em 1975, por Monteiro, para conduzir pesquisas sobre os climas das cidades (MONTEIRO, 2015). Ele tem sido utilizado como base metodológica para avaliar as condições atmosféricas e os possíveis efeitos à saúde, em estudos geográficos.

A abordagem rítmica tem permitido uma análise integrada dos parâmetros meteorológicos e dos sistemas atuantes, que podem ser associadas aos agravos à saúde.

A identificação dos tipos de tempo por meio da análise rítmica revela a gênese dos fenômenos climáticos que habitualmente relacionam-se em caráter cronologicamente diário no cotidiano social, permitindo o intercâmbio dos elementos climáticos e fatores geográficos do clima dentro de uma realidade regional (ALEIXO 2014).

Utilizando a metodologia Sistema Clima Urbano, Ribeiro Sobral (2005) mapeou a ilha de calor no município de São Paulo e avaliou a relação entre o risco de morte por doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos e a intensidade da ilha de calor urbana. A maior intensidade da ilha de calor estava relacionada, no espaço, a maiores taxas de morte, porém a análise diária entre a mortalidade e as temperaturas máximas indicou que o menor número de mortes ocorreu no verão e não foi observado excesso de mortalidade em dias com temperaturas extremas. Entretanto, o estudo indicou que a amplitude térmica, ou oscilações entre um dia e outro, podem estar relacionadas ao excesso de mortes.

Os estudos em escala temporal diária têm revelado quais os tipos de tempo e parâmetros meteorológicos mais propícios ao desencadeamento de agravos que levam à internação hospitalar e/ou à morte. Em geral, para as doenças do aparelho respiratório, as pesquisas apontaram que temperaturas mínimas e médias baixas; tempo seco; amplitudes térmicas elevadas; e mudanças bruscas de tempo estão relacionadas ao aumento dos agravos na cidade de Rio Claro, SP (CASTRO, 2000); em Presidente Prudente, SP (SOUZA, 2007); em Brasília, DF (BARROS, 2006); em Ribeirão Preto (ALEIXO, 2014); e às crises hipertensivas estudadas por Pitton e Domingos (2004), em Santa Gertrudes, SP. Foram, também, verificadas associações entre chuvas isoladas, ou longos períodos de seca, entre maiores amplitudes térmicas, ou entre mudanças bruscas do tempo atmosférico e baixos valores de umidade relativa do ar com mortalidade por doenças cardiovasculares. Pascoalino (2012), em Limeira, SP indicou que temperaturas absolutas reduzidas, situações atmosféricas que precedem a ação frontal e a aproximação de centros de baixa pressão estão associados ao maior número de óbitos.

Em escala intraurbana, no município de São Paulo, SP, Silva e Ribeiro (2012, 2013) utilizaram o índice bioclimático PET (*Physiological Equivalent Temperature*) para avaliar o impacto do desconforto térmico nas admissões hospitalares de crianças menores de cinco anos e idosos por doenças do aparelho respiratório; e em idosos por doenças do aparelho circulatório, em escala temporal diária. O estudo utilizou a técnica de regressão e apontou que as associações entre morbidade, variáveis climáticas e índice de conforto variam entre os diferentes grupos etários e doenças. No entanto, o desconforto para o frio, o aumento na amplitude térmica e a diminuição nas temperaturas mínimas consistiram nos fatores mais agravantes. Em distritos de pior condição socioambiental, as altas temperaturas também se relacionaram ao aumento das internações hospitalares por doenças cardiovasculares. A figura 1 mostra a importância do ritmo climático no ritmo de internações hospitalares em idosos na região Sul/sudeste da cidade de São Paulo.

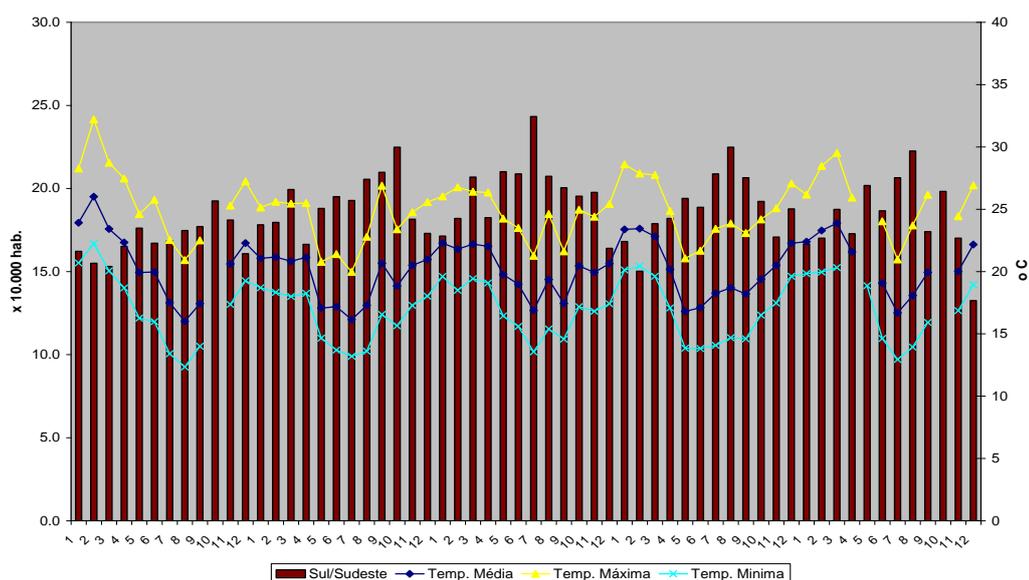


Figura 1 - Taxa mensal de internações hospitalares por doenças circulatórias de idosos com mais de 60 anos e temperaturas atmosféricas, no período 2003 a 2007, no setor Sul/Sudeste da cidade de São Paulo. Fonte dos dados: Datusus e IAG/USP.

Os estudos referidos acima fazem uma análise linear em relação à ocorrência do evento e o excesso de mortes ou agravos (internação hospitalar, por exemplo), ou seja, consideram que o agravo ocorre no mesmo dia da exposição às variáveis climáticas, ao frio, ao calor etc. Porém, outros estudos indicam que é preciso identificar a estrutura de defasagem – (lags) – pois, o agravo pode levar dias/semanas para ocorrer após a exposição ao evento, como relata Aleixo (2014).

Pela análise diária, evidenciou-se que a diminuição da temperatura e umidade relativa sobre as hospitalizações por pneumonia não é linear; na maioria dos anos, a diminuição da temperatura e da umidade relativa deu-se em um intervalo de tempo de dias ou mesmo semanas de defasagem com relação ao aumento dos casos de morbidade por pneumonia (ALEIXO 2014).

Sette et al. (2012) avaliaram o aumento dos agravos por doenças respiratórias em Londrina, PR utilizando o índice bioclimático PET (*Physiological Equivalent Temperature*), em escala temporal diária. Os resultados apontaram forte associação entre dias com estresse para o frio e os agravos à saúde, com maior risco relativo de ocorrência de internações por doenças respiratórias, especialmente quando considerada estrutura de defasagem de dois dias.

Ao analisar os casos de internações por pneumonia, em Ribeirão Preto, Aleixo (2014) identificou que, depois de episódios extremos de baixa temperatura – ondas de frio – há aumento dos casos de internação hospitalar até uma semana após a exposição humana. A autora mostra, ainda que, quanto maior a exposição sequencial ao frio, maior o incremento dos casos de pneumonia em até duas semanas.

Não apenas o surgimento de dias com valores extremos possuem importância para a saúde, mas a duração dos episódios (quantidade de dias com temperaturas abaixo da mínima média) demonstrou associação com o maior incremento de internações por pneumonia em Ribeirão Preto (ALEIXO, 2014).

Neste mesmo estudo, a análise rítmica evidenciou que os excessos de internações por pneumonia ocorrem com maior frequência e são incrementadas em uma defasagem de sete dias, com o predomínio de sistemas atmosféricos estáveis, como a massa polar atlântica e massa polar atlântica tropicalizada (ALEIXO, 2014).

As metodologias da análise rítmica e do SCU aplicadas à análise do clima e aos agravos das doenças respiratórias e circulatórias têm contribuído para apontar os efeitos adversos à população em diferentes escalas espaciais – no nível do município e no nível intra-urbano. Mas há indícios encontrados, que precisam ser mais pesquisados em diferentes escalas geográficas, da local à microclimática, principalmente para melhor avaliar as condições das desigualdades socioambientais. Considera-se que esses conhecimentos possam contribuir para que o ambiente atmosférico seja considerado em políticas e programas de saúde ambiental e seja um dos elementos da busca da equidade em saúde.

## **DENGUE E FATORES METEOROLÓGICOS LOCAIS**

A prevalência global de dengue tem aumentado nas últimas décadas, ameaçando pessoas residentes em zonas urbanas, peri-urbanas e rurais de regiões tropicais e subtropicais (CHANSANG & KITTAYAPONG, 2007; GUZMAN A, ISTÚRIZ RE, 2010).

A dengue é uma arbovirose causada por um Flavivírus, com quatro sorotipos conhecidos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Caracteriza-se como doença febril aguda, com espectro clínico variando desde quadros febris inespecíficos, até manifestações graves com hemorragia e choque: a febre hemorrágica da dengue (FHD) e a síndrome do choque da dengue (SCD). A FHD ocorre em 2 a 4% dos indivíduos re-infectados. Os países

tropicais e subtropicais têm sido os mais atingidos em função de suas características ambientais, climáticas e sociais (RIBEIRO ET AL., 2006).

O mosquito *Aedes aegypti*, principal vetor transmissor do vírus da dengue, encontra-se em constante adaptação às áreas urbanas, em decorrência da sua biologia, que favorece sua expansão em áreas urbanizadas tropicais e subtropicais do planeta (ABRAHÃO, 2005; COX ET AL., 2007). Estudo realizado no Estado de São Paulo demonstrou que quanto menor a temperatura, mais lento foi o processo de expansão geográfica da população de *Aedes aegypti*. Destacou, ainda, que a expansão geográfica de populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* sofre influência de fatores ambientais e sociais, entre os quais o clima, a densidade demográfica e a atividade econômica (ABRAHÃO, 2005; COX ET AL., 2007)..

Entre os fatores relacionados à expansão geográfica da doença, estudos têm mostrado que, dentre as condições climáticas, as precipitações atmosféricas e as temperaturas elevadas mostram relação positiva com a transmissão de dengue (GLASSER & GOMES, 2002; CARRINGTON ET AL., 2013).

O presente estudo buscou verificar a associação de variáveis meteorológicas e a incidência de dengue. Foi realizado um estudo ecológico de tendência temporal, dos casos de dengue registrados no Município de Araraquara, no período de 1998 a 2009. Araraquara, cidade de médio porte, localizada no centro do Estado de São Paulo, foi selecionada por ser uma capital regional e dispor de dados organizados de forma confiável pelo Serviço Especial de Saúde de Araraquara – SESA - da Universidade de São Paulo.

Em 2010, a população de Araraquara era de 208.725, com taxa de urbanização de 99,1%. Quanto ao saneamento básico, 98,7 % dos domicílios permanentes do município eram ligados à rede de esgotamento sanitário, 99,5% tinham acesso à rede geral de abastecimento de água, e 97,7% acesso ao serviço de coleta de lixo (IBGE, 2010). Assim, não eram condições sanitárias deficitárias que explicavam a proliferação da doença na zona urbanizada.

Os casos de dengue notificados e confirmados (importados e autóctones) analisados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Este sistema é gerenciado pelo Ministério da Saúde, em parceria com os municípios. A série analisada foi do período de 1998 a 2008. Os dados meteorológicos foram coletados por meio de uma estação meteorológica automatizada da marca *Davis Instruments* de propriedade da Fazenda Rancho Rey, localizada no município de Araraquara. Esta foi a única série histórica de dados meteorológicos detalhados, localizada a partir de buscas aos órgãos detentores dos registros meteorológicos oficiais.

O banco de dados continha informações coletadas diariamente, com intervalo de tempo de 30 minutos. Para análise dos dados de dengue, a unidade semana epidemiológica foi escolhida, por esse motivo as variáveis meteorológicas também foram agregadas de acordo com a semana epidemiológica.

A análise exploratória das variáveis meteorológicas e a incidência de dengue foi realizada por meio de estatísticas descritivas e exploração das representações gráficas. Os gráficos e análises estatísticas foram realizados no ambiente SPSS 11.0.

Conforme pode ser observado na tabela 1, casos de dengue foram notificados e confirmados em todos os anos analisados, porém com diferentes intensidades e magnitudes. No período de 1998 a 2008 foram observados 4 períodos epidêmicos: nos anos de 1999, 2001, 2007 e 2008 (OLIVEIRA, 2012). Nestes anos, o pico dos casos ocorreu sempre no mês de abril, na 17ª semana epidemiológica, ou seja, no início do outono no hemisfério sul, com uma curva descendente, que geralmente cessava, ou retornava ao nível endêmico da doença, no início do inverno. É possível observar uma clara variação sazonal na ocorrência de dengue, de acordo com as semanas epidemiológicas. Os primeiros casos, geralmente, ocorreram no início do verão e persistiram até metade do outono. O início do inverno tem coincidido com o período de redução ou mesmo inexistência de casos notificados de dengue.

Tabela 1. Número total de casos, população estimada e incidência por 100 mil habitantes de dengue, no município de Araraquara de 1998 a 2008.

Anos	Casos	Incidência	População
1999	53	30,39	174.383
2001	212	114,55	185.065
2007	351	173,55	202.250
2008	1187	596,09	199.132
1998	13	7,53	172.716
2000	18	9,86	182.471
2002	44	23,48	187.363
2003	15	7,91	189.637
2004	7	3,65	191.899
2005	8	4,06	197.040
2006	65	32,56	199.657
Total	1.973	990,80	199.132

Fonte: Oliveira, 2012

A figura 2 mostra a variação das temperaturas, mínima, média e máxima e a incidência de dengue, de acordo com cada semana epidemiológica do período de 1999 a 2008. O pico na incidência de dengue parece estar associado às variações de temperatura ocorridas em até 3 semanas anteriores. É possível observar essa tendência em toda a série, porém, nos anos epidêmicos, este fenômeno parece mais evidente. Nas semanas posteriores às semanas epidemiológicas com temperaturas máximas mais elevadas (geralmente entre as semanas epidemiológicas 30 e 14), observa-se nitidamente aumento no número de casos, se já existirem casos confirmados de dengue nas semanas anteriores.

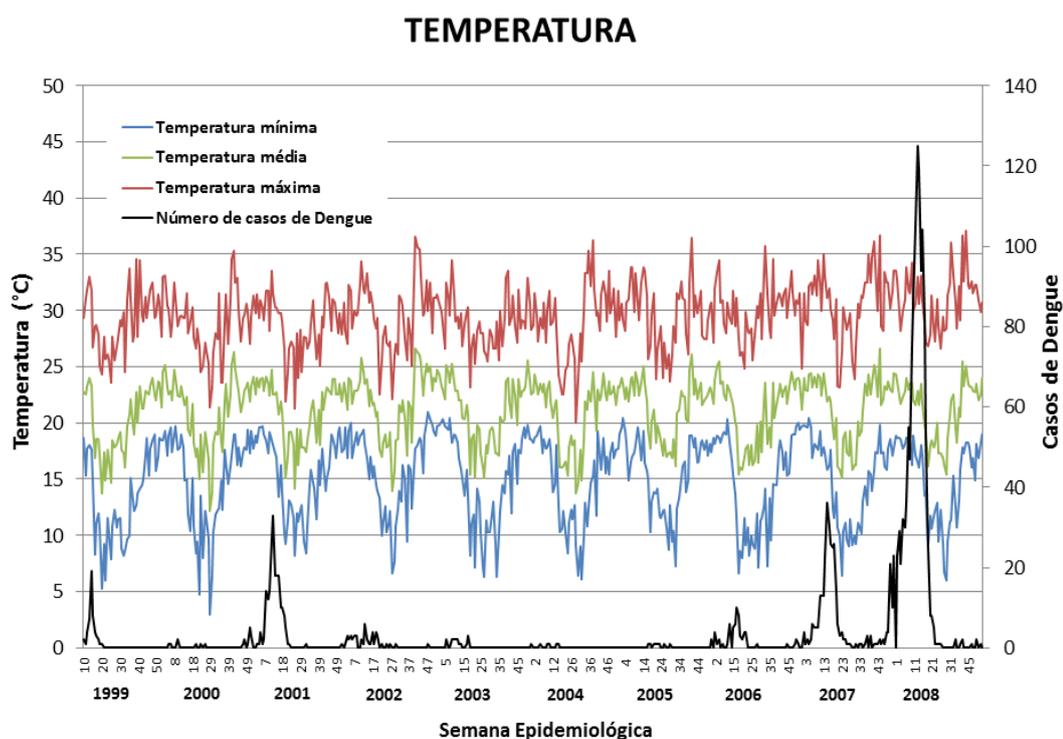


Figura 2 - Temperatura mínima, média e máxima e número de casos de dengue por semana epidemiológica. Fonte: Oliveira, 2012

A figura 3 mostra a variação da pluviosidade e o número de novos casos de dengue, de acordo com cada semana epidemiológica, do período de 1999 a 2008.

Os picos na incidência de dengue ocorreram, geralmente, após a pluviosidade acumulada, em 8 semanas predecessoras, atingir, em média, 100 milímetros. É possível observar essa tendência em toda a série, porém, nos anos epidêmicos, este fenômeno parece mais evidente, assim como ocorreu com a temperatura. Conforme pode ser observado na figura 4, as semanas com valores mais altos de umidade correspondem, também, a altos valores de casos de dengue em todos os anos da série.

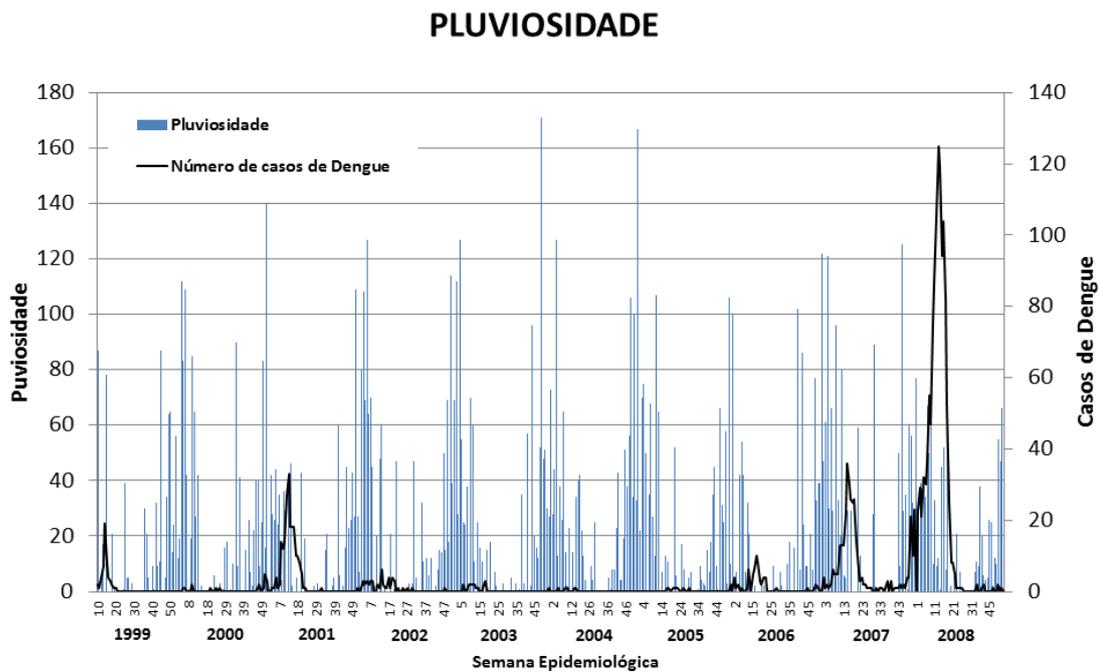


Figura 3 - Pluviosidade acumulada (mm) e total de casos de dengue por semana epidemiológica.

Fonte: Oliveira, 2012

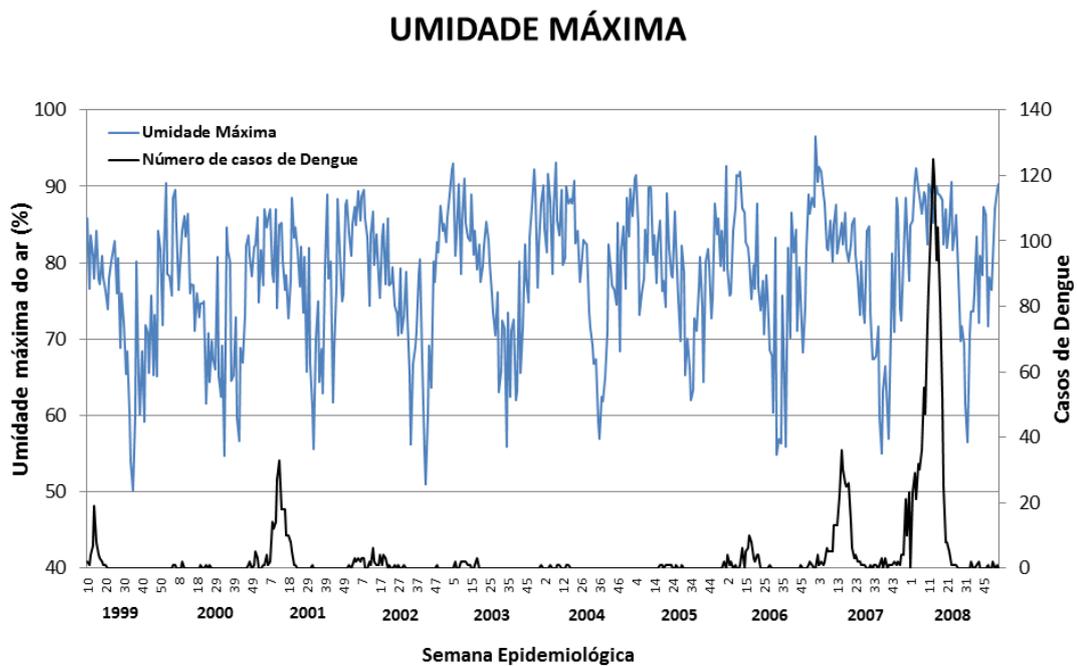


Figura 4 - Umidade máxima do ar e total de casos de dengue por semana epidemiológica. Fonte:

Oliveira, 2012

Conforme pode ser observado na figura 4, nas semanas com valores mais altos de umidade correspondem também a altos valores de casos de dengue, em todos os anos da série.

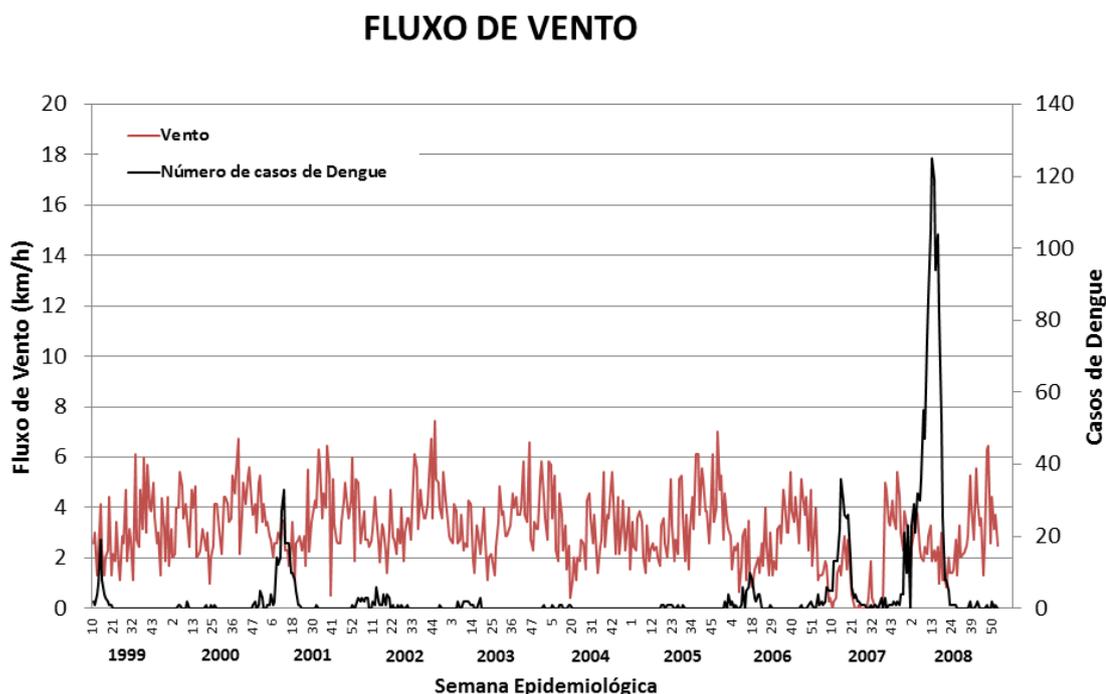


Figura 5 - Fluxo de vento e total de casos de dengue por semana epidemiológica.

O fluxo de vento, também, parece interferir no processo de transmissão da dengue. Na figura 5, podemos observar a variação do fluxo de vento em quilômetros/hora, ao longo das semanas epidemiológicas. Quando o fluxo de vento se situa entre 0,5 e 2,5 km/h, percebe-se um nítido aumento no número de casos. Em todos os anos da série, pode ser observada a coincidência entre os picos de casos e a redução na velocidade do fluxo de vento. Este fenômeno ocorre mesmo nos anos não epidêmicos. No entanto, nos anos epidêmicos, a influência dessa variável parece ser maior.

Nossos resultados corroboram com os descritos por JOHANSSON ET AL. (2009), que afirmam que a ocorrência de dengue está associada a diferenças do clima local e sugerem a importância da temperatura e precipitação na transmissão do vírus da doença. Os autores indicam que, embora o sistema geral de transmissão seja conhecido, sua manifestação na escala local pode ser diferente daquelas globalmente conhecidas. Nossos resultados corroboram estas afirmações e demonstram a importância da variação temporal das variáveis

meteorológicas, portanto do ritmo climático, no desenvolvimento do vetor da dengue e de seus efeitos à saúde pública.

A análise dos dados agregados em unidades temporais maiores dificulta o entendimento do processo de difusão da doença, uma vez que impede a detecção de ritmos importantes das variáveis meteorológicas, que podem contribuir no desenvolvimento e/ou aprimoramento de modelos preditivos. A ampliação de estudos sobre as variáveis meteorológicas pode aperfeiçoar os conhecimentos sobre a sazonalidade da doença e contribuir para o desenvolvimento de modelos de predição de epidemias de doenças vetoriais, como a dengue, principalmente em áreas urbanas, onde dados costumam estar disponíveis. A incidência de casos de dengue flutua, estando associada ao aumento da temperatura e da pluviosidade, mas também a outras variáveis, que classicamente não são exploradas, tais como a baixa velocidade dos ventos.

Provavelmente estas condições são facilitadoras da reprodução dos mosquitos, no entanto, novos estudos devem ser realizados para melhor compreender os impactos das variáveis meteorológicas no aumento do número de casos. As condições climáticas estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento do mosquito vetor, podendo proporcionar maturação mais rápida (no caso da temperatura) e elevação no número de criadouros (no caso da chuva), a velocidade reduzida dos ventos pode aumentar a probabilidade de interação homem-vírus (ZHANG, YINGTAO ET AL., 2016).

Na série histórica analisada neste estudo, foi possível observar uma clara variação sazonal na ocorrência de dengue, de acordo com as semanas epidemiológicas. A análise dos dados de incidência de dengue e dados meteorológicos agregados de acordo com a semana epidemiológica mostrou-se adequada para captar as oscilações meteorológicas, que são fundamentais para compreensão das variações observadas nas taxas de incidência ao longo da série analisada. Os resultados apontam os meses de novembro a abril, como os mais favoráveis à proliferação do mosquito e, conseqüente, ao aumento da incidência de dengue no município. O verão é o período no qual, geralmente, há aumento de viagens de turismo e lazer, principalmente em direção às cidades litorâneas, que têm registrado focos expressivos da doença, propiciando a introdução de casos importados.

A adoção de abordagens que considerem as variações temporais e suas relações com as variáveis meteorológicas na ocorrência de doenças vetoriais, como a dengue, em seus modelos preditivos, pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento, em tempo real, para vigilância epidemiológica. Explorar estas abordagens pode ser um caminho

promissor para o enfrentamento da doença, devido à natureza dinâmica e complexa envolvida no seu processo de difusão. A detecção de epidemias de modo precoce pode auxiliar no bloqueio do espalhamento da doença.

### **ÁGUA DE ABASTECIMENTO, RITMO CLIMÁTICO E SAÚDE**

Desde o estudo de John Snow, na Londres de 1854, que descobriu que a água contaminada de um poço contaminada era o foco de transmissão do cólera (ALMEIDA FILHO, 1986), a relação entre água de abastecimento e saúde pública tem sido objeto de estudo da saúde ambiental.

A ocupação humana em determinada localização geográfica se dá, predominantemente, pela facilidade de acesso à água, próxima à lagos, rios e nascentes, pois a água é elemento vital para nós seres humanos. Assim, a ocupação e uso do solo de bacias hidrográficas que servem de mananciais é preocupante, no que tange a Saúde Pública associada ao clima e à água para consumo humano.

A contínua degradação ambiental de mananciais hídricos, devido à intensa ocupação humana, tem alterado significativamente a qualidade da água para consumo. A carga difusa, que é o escoamento superficial da água das chuvas pela malha urbana, carrega toda sorte de detritos até chegar ao seu destino, adicionando matéria orgânica aos corpos d'água e desencadeando proliferações de cianobactérias, também conhecidas como algas azuis, nos mananciais de água para consumo humano.

Dado que as cianobactérias são adaptáveis à coluna d'água e respondem às variações ambientais, os episódios de proliferações são intrinsecamente ligados às variáveis do tempo e do clima. As influências se dão: pela temperatura do ar, que influencia a temperatura da água; pela precipitação, que adiciona matéria orgânica ao corpo d'água, que forma a carga difusa e que atravessa uma atmosfera de ar contaminado; pelos ventos que mudam a configuração ecológica da coluna d'água.

Existe um padrão característico de sazonalidade nas florações de algas e comunidades de cianobactérias em reservatórios de água, que podem estar presentes ou mesmo dominantes, na maior parte do ano, trazendo problemas práticos associados à elevada biomassa de cianobactérias e potenciais ameaças à saúde pelo aumento de toxinas (WHO, 1999).

Segundo Fonseca et al. (2010), a proliferação de cianobactérias em ambientes eutróficos ocorre nos meses em que a temperatura da água fica em torno de 22 °C. Ribeiro

(2007) verificou que a água a uma temperatura média acima de 25 °C foi suficiente para desencadear a floração de cianobactéria. Calvalcante et al. (2009) observaram que, em ambientes de água doce com pH básico, temperatura entre 15 °C e 30 °C e altas concentrações de nitrogênio e fósforo, esse micro-organismo tem seu crescimento acelerado. Identificaram a elevação na densidade de cianobactérias durante o período chuvoso. Defendem que esse comportamento está diretamente relacionado à maior disponibilidade de nutrientes no período.

Esteves e Suzuki (2011) afirmam que a disponibilidade de nutrientes é controlada não só pela adição artificial de compostos e elementos químicos e orgânicos, como, também, por fatores externos do ecossistema, como ventos, precipitação e radiação incidente.

Muitas espécies de cianobactérias já foram relatadas como potenciais produtoras de toxinas no Brasil, tais como espécies de *Microcystis*, *Cylindrospermopsis*, *Dolichospermum* (antiga *Anabaena*), *Planktothrix*, *Aphanizomenon* etc. Entre elas, a espécie mais comum é a *Microcystisaeruginosa* (DEBREDT, 2002). Relatos de florações de cianobactéria têm sido obtidos em vários estados, mas são muito frequentes em mananciais da Região Sudeste, como em Americana –SP (DEBREDT, 2002), São Carlos - SP (TUNDISI ET AL. 2003); Guaranésia - MG (FRAIETTA ET AL., 2005), na Região Metropolitana de São Paulo (NASCIMENTO, 2010; RODRIGUES ET AL., 2010; OGASHAWARA ET AL., 2014). Também foram descritas florações na Região Nordeste do Brasil, como os estudos de Dantas et al. (2011); de Lira et al. (2011), de Lira et al. (2013) e de Oliveira et al. (2014).

Oliver e Ribeiro (2014) evidenciaram a influência do ritmo climático na proliferação das cianobactérias no Sistema Guarapiranga, na Região Metropolitana de São Paulo, entre os anos de 2009 e 2011, que foram anos hídricos normais. As proliferações eram mais frequentes no período chuvoso, provavelmente pelo efeito da carga difusa. Ogashawara et al. (2014) mostraram, através de análise rítmica, que o processo de floração de cianobactérias é dependente não apenas de um fator específico, mas de uma combinação de fatores meteorológicos, como temperatura e intensidade do vento, que podem quebrar a estabilidade do reservatório e proporcionar, durante a estabilização, as condições necessárias para o desenvolvimento das cianobactérias. Lira et al. (2011) e Dantas et al. (2001) encontraram relação das proliferações com a temperatura da água em reservatórios do semi-árido Nordeste. Enquanto Lira et al. (2013) encontraram relação das proliferações diretamente com a sazonalidade, a densidade de algumas espécies, como a *C. raciborskii*, particularmente, que eram especialmente altas após eventos de precipitação. Já Oliveira et al. (2014) encontraram uma maior quantidade de biomassa de cianobactérias em um reservatório da Região

Metropolitana de Recife na época de seca. Os autores afirmam que a sazonalidade teve influência tanto nas amostras bióticas, como nas abióticas.

Assim sendo, fica claro que o método do ritmo climático é de grande valor em estudos preliminares de frequência de algas, ou outros eventos ligados ao tempo e ao clima que possam influenciar a qualidade da água para consumo humano, portanto, influenciar a saúde pública.

Estudos têm indicado o potencial carcinogênico das cianobactérias, bem como outros efeitos nocivos à saúde, da mais comum entre as cianobactérias tóxicas: *Microcystis aeruginosa*. Os efeitos para a saúde humana podem variar de distúrbios hepáticos, gastrointestinais, disfunção neuromuscular, reações alérgicas, câncer e morte (AZEVEDO, 1998; SALVO e ISAAC, 2002).

As cianotoxinas implicam sérios riscos à saúde pública porque são hidrossolúveis e passam pelo sistema de tratamento convencional, sendo resistentes mesmo à fervura. Portanto, o monitoramento das cianobactérias tóxicas e cianotoxinas nos mananciais de água para abastecimento público é imprescindível para mapear os locais com risco potencial (CETESB, 2013).

Além das cianobactérias serem potenciais produtoras de toxinas por si mesmas, também o são ao serem combinadas ao cloro. O cloro é o agente mais utilizado devido a sua capacidade de destruir ou inativar organismos causadores de enfermidades, agindo à temperatura ambiente e em tempo relativamente curto. Sua aplicação é simples, e exige equipamentos de baixo custo, por tanto é o método mais utilizado para o tratamento de águas no Brasil e no mundo. Embora seja inquestionável a enorme contribuição da prática da cloração para o declínio de doenças transmissíveis pela água, os riscos no processo de cloração estão associados mais aos seus subprodutos do que aos agentes utilizados (ESTANISLAO, 2009). Existe, normalmente, um grande número de compostos orgânicos na água bruta, estes reagem com o cloro livre levando à formação de diversos subprodutos, entre eles os denominados trihalometanos, também conhecidos como THMs (TOMINAGA e MIDIO, 1999). Quanto maior a quantidade de matéria orgânica na água, maior a possibilidade de reação ao cloro e por tanto maior ainda a presença de subprodutos da cloração na água potável.

Os trihalometanos são rapidamente absorvidos por via oral, pelo trato gastrointestinal e em contato com a pele. Quantidades significativas atingem rapidamente a corrente sanguínea e, então, os pulmões (ESTANISLAO, 2009). Dependendo do tempo de exposição e dos níveis de concentração do agente, a toxicidade dos THMs pode ser identificada em efeitos hepatotóxicos (danos ao fígado) e nefrotóxicos (danos ao rim), mas efeitos mutagênicos,

carcinogênicos e teratogênicos ganham importância especial. (WHO, 2011). Estudos sugerem que existe alta probabilidade de relação entre câncer de bexiga, cólon e reto e a exposição a esses compostos (TOMINAGA; MIDIO, 1999; VINCENTINI ET AL, 2004, CHANG ET AL, 2007 ESTANISLAO, 2009, DINIZ, 2011).

Em estudo exploratório, foi feita uma análise espacial de alguns tipos de internação por câncer, possivelmente relacionados às cianotoxinas, no Município de São Paulo. Para tanto, foram utilizados dados de Saúde do PRO-AIM (Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade do Município de São Paulo), referentes às internações por neoplasias malignas acumuladas, entre os anos de 2008 a 2014. Foram elaborados mapas temáticos, utilizando-se o software Quantum GIS 2.4.0. E o shapefile do município foi coletado no site da própria prefeitura que o disponibiliza.

Como resultado, foi comparada a distribuição do total de casos de internação por neoplasias de todos os tipos e a distribuição de internações por tipos de câncer possivelmente relacionados às cianotoxinas e aos THMs.

Nota-se, comparando os dois mapas (Figura 6), que a distribuição de internações por neoplasias malignas totais tem tendência a se concentrar mais ao centro do município. Uma possibilidade de explicação para este fenômeno é que a área central do município de São Paulo apresenta uma maior concentração de pessoas idosas, que costumam ser mais acometidas por este tipo mal. No segundo mapa, em que foram separados e agrupados somente os casos de internações por neoplasias possivelmente relacionadas às cianotoxinas, houve uma distribuição menos concentrada no centro. As subprefeituras pertencentes às áreas sul e sudoeste apresentaram concentrações de internações somente neste segundo mapa, o que é bastante significativo, pois são as áreas abastecidas com água do sistema Guarapiranga.

Neste estudo verificou-se uma sobreposição de mais altas taxas de internações por câncer de intestino delgado, cólon e fígado à região abastecida pela água da Guarapiranga. Geralmente, casos de câncer relacionados a causas ambientais têm um longo período de latência, podendo levar de 10 a 15 anos para aparecer. Assim, o ritmo temporal do clima que influencia a proliferação de cianotoxinas não é o mesmo daquele que impacta a saúde da população, no caso de efeitos de longo prazo. Esta complexidade maior da relação entre o ritmo climático e os efeitos à saúde recomenda a continuidade de pesquisas mais aprofundadas a esse respeito.

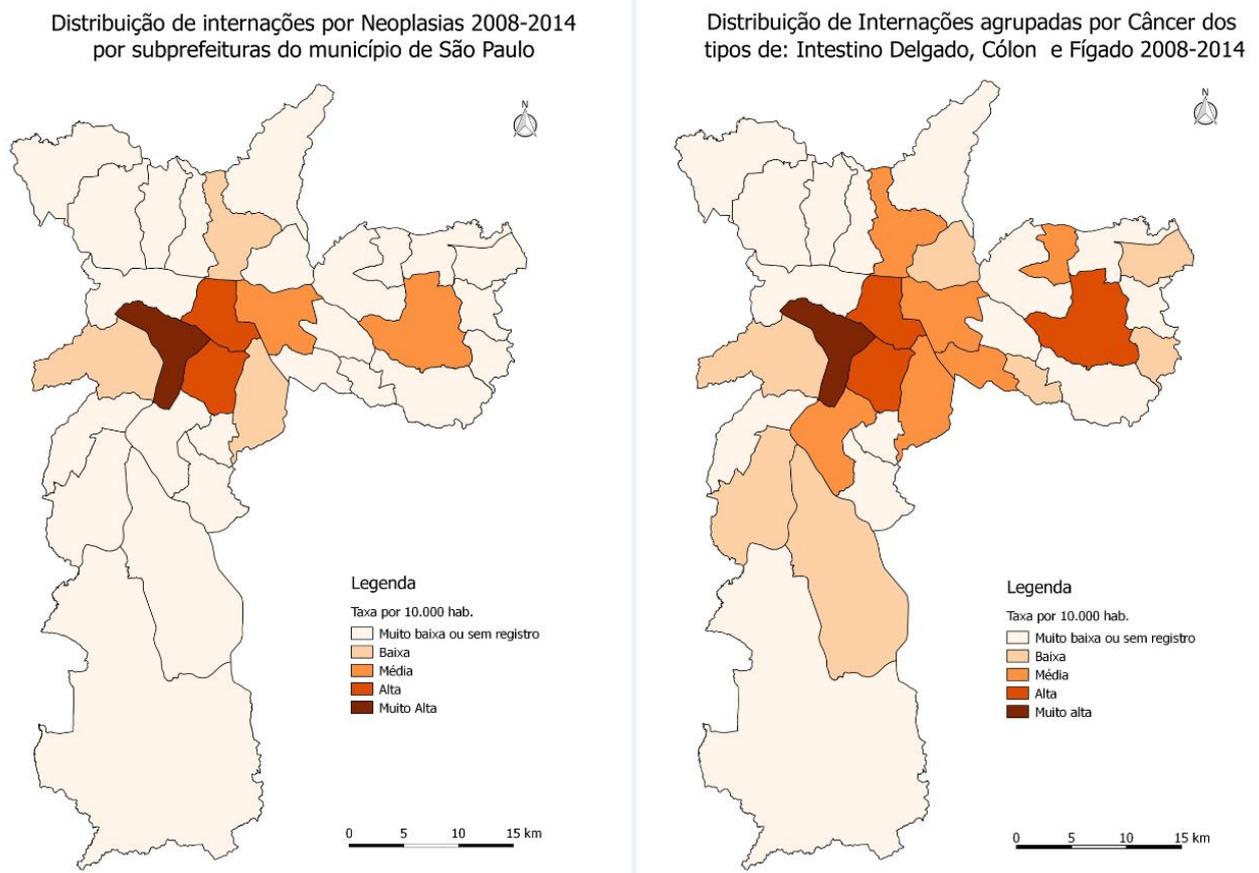


Figura 6 - Distribuição de internações por neoplasias malignas totais e por neoplasias malignas do intestino delgado, cólon e fígado, no município de São Paulo-SP entre 2008 e 2014.

Fonte: PRO-AIM em [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/asude/epidemiologia\\_e\\_informacao/mortalidade/](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/asude/epidemiologia_e_informacao/mortalidade/)

## CONCLUSÕES

Os três casos estudados, relacionados a doenças crônicas em curto e em longo prazo e a doenças infecciosas, mostram que os referenciais de clima urbano e de ritmo climático, desenvolvidos por Monteiro no Brasil, são essenciais para os atuais estudos de Geografia da Saúde e podem contribuir de modo relevante para a elucidação de fatores coadjuvantes e agravantes de doenças responsáveis por grande parte da carga de doenças no Brasil e no mundo. Ao contribuir para a elucidação de questões científicas, contribuem, também, para o delineamento de ações preventivas e promotoras da saúde.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, N. C. R. Condicionantes Climáticos e Interações por Pneumonia: Estudo de Caso em Ribeirão Preto/SP. Revista do Departamento de Geografia – USP, v.27, 2014, p. 1-20.
- ALMEIDA FILHO, Naomar de. Bases históricas da Epidemiologia. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 2, n. 3, p. 304-311, Sept. 1986 .
- AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de Cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. In Revista Virtual de Medicina, v. 1, n. 3, jul./set. 1998.
- BARROS, J.R. Tipos de Tempo e Incidência de Doenças Respiratórias: Um Estudo Geográfico Aplicado ao Distrito Federal. [Tese de Doutorado] IGCE/UNESP\_Rio Claro. Rio Claro, SP, 2006.
- CARRINGTON LB, ARMIJOS MV, LAMBRECHTS L, SCOTT TW. Fluctuations at a Low Mean Temperature Accelerate Dengue Virus Transmission by *Aedes aegypti*. Turell MJ, ed. PLoS Neglected Tropical Diseases. 2013;7(4):e2190. doi:10.1371/journal.pntd.0002190.
- CASTRO, A. Clima urbano e saúde: as patologias do aparelho respiratório associadas aos tipos de tempo de inverno de Rio Claro/SP. [Tese de Doutorado]. IGCE/UNESP - Rio Claro, Rio Claro, SP, 2000, 202.
- CAVALCANTE, R. R. M. et al. Análise Temporal da Densidade de Cianobactérias de um reservatório de abastecimento humano. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, IV, 2009, Belém, PA.
- CETESB. Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo: CETESB, 2013. 59p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 01 mar.2013.
- CHANG, C.C. HO, S.C., WANG, L.Y. Bladder cancer in Taiwan: relationship to trihalomethane concentrations present in drinking-water supplies. Journal of Toxicology and Environmental Health, 2007.
- CHANSANG, C. & KITTAYAPONG, P. Application of Mosquito Sampling Count and Geospatial Methods to Improve Dengue Vector Surveillance. Am. J. Trop. Med. Hyg., 77(5), 2007, pp. 897–902
- COELHO-ZANOTTI, M.S.S.; MASSAD, E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. International Journal of Biometeorology, v. 56, P. 233-41, 2012.
- DANTAS, Ênio W.; MOURA, Ariadne N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, Maria do Carmo. Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro , v. 83, n. 4, p. 1327-1338, Dec. 2011 .
- DEBREDT, G. L. B. Estudo de cianobactérias em reservatório com elevado grau de trofia (Reservatório de Salto Grande - Americana - SP). 2002. 207p. Tese (Doutorado em

Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

DINIZ, C.R de S. Efeito dos trihalometanos em parâmetros fisiológicos de *Mus musculus* da estirpe ICR. Dissertação (Mestrado em Biologia Clássica), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal, 2011.

ESTANISLAO, M.V. Avaliação de Risco de malformação congênita em recém-nascidos de mães expostas ao trihalometano. São Paulo: [s.n.], 2009.

ESTEVEVES, F.A. and M.S. SUZUKI. Comunidade Fitoplanctônica. In F.A ESTEVEVES (coord.). Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. pp. 625-655.

FALCONER, R. Toxic cyanobacterial bloom problems in Australian waters: risks and impacts on human health. *Phycologia*. v.40, n. 3, pp. 228-233. maio 2001.

FONSECA, F. S. et al. Influência de fatores climatológicos na ocorrência de microcistina. *Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo*, v. 69, n. 4, pp. 461-6, 2010.

FRAIETTA, M.; F, JARDIM, F. A.; MOREIRA A. A. Ocorrência de Floração *Cylindrospermopsis Raciborskii* na captação de água da cidade de Guaranésia. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. 2005, Campo Grande-MS. Anais Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, , 2005.

DEGALLIER, N.; FAVIER, C.; BOULANGER, J. and MENKES, C. Imported and autochthonous cases in the dynamics of dengue epidemics in Brazil. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2009, vol.43, n.1, pp. 1-7. ISSN 0034-8910.

GLASSER, C.M.; GOMES, A DE C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública* 2002;36(2):166-72

GOLDEN, J.S. ET AL. A biometeorology study of climate and heat-related morbidity in Phoenix from 2001 to 2006. *International Journal of Biometeorology*, v. 52, p. 471-80, 2008.

GUZMAN A, ISTÚRIZ RE (2010) Update on the global spread of dengue. *International Journal of Antimicrobial Agents* 36: S40–S42. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2010.06.018

HANSEN, A. ET AL. Transmission of Haemorrhagic fever with renal syndrome in China and the role of climate factors: a review. *International Journal of Infectious Diseases*, v. 33, p. 212-18, 2015.

JOHANSSON MA, DOMINICI F, GLASS GE. 2009b. Local and global effects of climate on dengue transmission in Puerto Rico. *PLoS Negl Trop Dis*. 3:e382; doi:10.1371/journal.pntd.0000382

KIM, C.T. ET AL. Heat-attributable deaths between 1992 and 2009 in Seoul, South Korea. *Plos One*, vol. 18, n. 10(2), 2015.

LIRA, Giulliani A. S. T. et al . Phytoplankton abundance, dominance and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro , v. 83, n. 4, p. 1313-1326, Dec. 2011 .

- RA, GAST et al . Vertical and temporal variation in phytoplankton assemblages correlated with environmental conditions in the Mundaú reservoir, semi-arid northeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos , v. 74, n. 3, supl. 1, p. S093-S102, Aug. 2014 .
- MONTEIRO, C.A.F. A climatologia Geográfica no Brasil e a proposta de um novo paradigma. In MONTEIRO, C.A.F. et al (orgs) *A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil*. Campinas, SP: Ed. Alinea. 2015, p.61-153.
- MONTEIRO, C.A.F. *Análise Rítmica em Climatologia*. Climatologia. Instituto de Geografia da USP. São Paulo, 1971, p. 01-20.
- MORIN CW, COMRIE AC, ERNST KC. 2013. Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environ Health Perspect.* 2013 Nov-Dec; 121(11-12): 1264–1272. Published online 2013 September 20. doi: 10.1289/ehp.1306556 PMID: PMC3855512.
- NASCIMENTO, P. B. Cianobactérias como indicadores de poluição nos mananciais abastecedores do sistema Cantareira. 2010. 116 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- OLIVEIRA M A. Condicionantes socioambientais urbanos associados à ocorrência de dengue no município de Araraquara. 2012. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- Ogashawara, I, Zavattini, JA, & Tundisi, JG. (2014). The climatic rhythm and blooms of cyanobacteria in a tropical reservoir in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74(1), 72-78. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.17412>
- OLIVEIRA, FÁBIO H.P.C. DE et al . Seasonal changes of water quality in a tropical shallow and eutrophic reservoir in the metropolitan region of Recife (Pernambuco-Brazil). *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 86, n. 4, p. 1863-1872, Dec. 2014.
- OLIVER, Sofia Lizarralde; RIBEIRO, Helena. Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. *Estud. av.*, São Paulo , v. 28, n. 82, p. 95-128, dez. 2014 .
- OSORIO GARCIA, S. Temperatura e mortalidade cardiovascular e respiratória em idosos de São Paulo e Bogotá. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- PASCOALINO, A. Variações Atmosféricas e Saúde: Influências da Sazonalidade e dos Tipos de Tempo de Inverno na Mortalidade por Doenças Cardiovasculares na Cidade de Limeira/SP *ACTA Geográfica*, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012, p.239-256.
- PITTON, S. e C. e DOMINGOS, A. E. Tempo e Doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes-SP. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, v. 2, n. 1, junho 2004, p. 75-56.
- RIBEIRO SOBRAL, H. Heat island in São Paulo, Brazil: Effects on health. *Critical Public Health*, v. 15, n. 2, June 2005, p. 147-156.

RIBEIRO, A.; MARQUES, G.R.A.M.; VOLTOLINI, J.C.; CONDINO, M.L.F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saúde Pública* 2006;40(4):671-6.

RODRIGUES, L., L; SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo. v. 33, n. 2, pp.247-264, jun. 2010.

SALVO. M.T.; ISAAC, R.L. Avaliação da Eficiência de Remoção de Cianobactérias e Cianotoxinas por Processos do Tratamento Convencional e por... Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&q=Salvo+Isaac+2002&btnG=&lr=>>. 2002.

SANTANA, P. Introdução à Geografia da Saúde – Território, Saúde e Bem-Estar. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014.

SETTE, D. M.; RIBEIRO H.; SILVA, E. N. O Índice de Temperatura Equivalente (PET) Aplicado a Londrina PR e sua relação com as doenças respiratórias. *Revista GeoNorte*, v. 1, 2012, p. 813-825.

SETTE, D.M. e RIBEIRO, H. Interações entre o Clima, o Tempo e a Saúde Humana. *InterfacEhs. Revista de Saúde Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 6, n. 2, agosto de 2011, p. 37-51.

SILVA, E. N.; RIBEIRO H. Ambiente atmosférico urbano e admissão hospitalar de crianças, na cidade de São Paulo, Brasil. *Revista de Salud Ambiental*, v. 13, n.1, 2013, p. 30-36.

SILVA, E. N.; RIBEIRO H. Impact of urban atmospheric environment on hospital admissions in the elderly. *Revista de Saúde Pública*, v. 46, n. 4, 2012, p. 694-701.

SILVA, E. N.; RIBEIRO H.; SANTANA, P. Clima e Saúde em Contextos Urbanos: Uma Revisão da Literatura. *Biblio 3W*, v. XIX, n.1092, Barcelona, setembro 2014, 1-27.

SOUZA, C. G. A. Influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos. [Dissertação de Mestrado]. FCT/UNESP\_Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP 2007.

TOMINAGA, M.Y.; MIDIO, A. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. *Revista de Saúde Pública* v.33, n.4, pp. 413-421, 2005.

VINCENTI, A.M.; FANTUZZI, G.; MONICI, L.; CASSINADRI, M.; PREDIERI G.; AGGAZZOTTI, G. A. Retrospective cohort study of trihalomethane exposure through drinking water and cancer mortality in Northern Italy. *Science of the Total Environment*. [s.l.] [s.n.]2004.

TROMP, S. W. Human Biometeorology. *International Journal of Biometeorology*. v.7, n.2, pp 145-158, 1963.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estud. av. São Paulo*, v. 22, n. 63, 2008.

WHO WORLD HEATH ORGANIZATION. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. 1 ed. London: WHO, 1999.

WHO WORLD HEATH ORGANIZATION. Environmental Impacts on Health. disponível em [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/PHE-prevention-diseases-infographic-EN.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/PHE-prevention-diseases-infographic-EN.pdf) último acesso em 20/06/2016.

ZHANG, YINGTAO ET AL. “Developing a Time Series Predictive Model for Dengue in Zhongshan, China Based on Weather and Guangzhou Dengue Surveillance Data.” Ed. Samuel V. Scarpino. PLoS Neglected Tropical Diseases 10.2 (2016): e0004473. *PMC*. Web. 16 June, 2016.