

Mudanças climáticas e saúde urbana

Eunice A. B. Galati

Tamara N. de L. Camara

Delsio Natal

Francisco Chiaravalloti-Neto



resumo

As mudanças climáticas podem ter impactos significativos na população humana, sobretudo das áreas urbanas. Seus efeitos podem levar à exposição a condições extremas, como desastres naturais – furacões, secas e inundações –, ao aumento na propagação de doenças disseminadas por vetores, incluindo mosquitos provocadores de incômodos. Apresentam-se aspectos de como o aquecimento global pode impactar a população de dípteros transmissores de agentes de algumas doenças, tais como a leishmaniose visceral, a filariose e as arboviroses – dengue, chikungunya e zika –, com impactos na saúde pública e exigindo maiores esforços na vigilância e controle.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*; aquecimento global; *Culex quinquefasciatus*; dengue; leishmaniose visceral; *Lutzomyia longipalpis*.

abstract

Climate changes may have significant impacts on human population, especially in urban areas. Their effects might lead to exposure to extreme conditions such as those resulting from natural disasters – hurricanes, droughts and floods – and the increasing spread of vector-borne diseases, including those caused by troublesome mosquitoes. Here we present some comments on how global warming might affect the populations of vectors of some disease agents such as those of visceral leishmaniasis, filariasis, and the arboviruses – dengue, Chikungunya and Zika – causing impacts on public health and calling for more rigorous surveillance and control measures.

Keywords: *Aedes aegypti*; *Culex quinquefasciatus*; dengue; global warming; *Lutzomyia longipalpis*; vectors; visceral leishmaniasis.

A partir do século XVIII, o mundo começou a assistir a um processo de mudanças causadas pela Revolução Industrial, que trouxe, no cenário econômico, novas formas de produção, com a introdução da divisão do trabalho nas fábricas, e na parte social, oferta de mão de obra, em decorrência do êxodo rural, com conseqüente exploração dos trabalhadores pelo empregador. A Revolução Industrial favoreceu a redução do período de deslocamento entre um local e outro, com o desenvolvimento de transportes aquáticos e terrestres a vapor. A intervenção do homem no ambiente passou a ser mais frequente e intensa, causando impactos ambientais crescentes. Dessa forma, ao mesmo tempo que proporcionou mudanças benéficas para o homem, a Revolução Industrial foi responsável pelo início do aumento da poluição e dos níveis de gás carbônico (CO₂) na atmosfera.

Entende-se por mudanças climáticas a variação significativa de determinado parâmetro do clima que persiste por um período extenso de tempo. Essas mudanças envolvem alterações na composição da atmosfera, que podem ocorrer por processos naturais ou por forças causadas, principalmente, pelas ações do homem. A atmosfera é composta basicamente por nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂), vapor de água (H₂O), argônio (Ar), dióxido de carbono (CO₂), hélio (He) e metano (CH₄). Esses gases contribuem para o

efeito estufa natural que ocorre na atmosfera, absorvendo parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e dificultando seu retorno para o espaço. Esse tipo de cobertor mantém o planeta aquecido, permitindo, dessa forma, a existência de diferentes formas de vida. Entretanto, nas últimas décadas, atividades humanas, como o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis, vêm causando alterações climáticas globais, com aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, em inglês), entre 1880 e 2012, a temperatura do planeta aumentou cerca de 1°C, enquanto a previsão para o final do século XXI é 1,7°C, no cenário otimista, e até 4,8°C, no mais pessimista.

As mudanças climáticas podem ter impactos significativos, com diferenças entre as regiões do mundo. Tais impactos podem repercutir em diferentes setores: agrícola, saúde da população, infraestrutura urbana, biodiversidade dos ecossistemas, entre outros. Os efeitos diretos das mudanças climáticas na população englobam a exposição a condições extremas, como o estresse térmico das ondas de calor, e aos desastres naturais, como furacões, secas e inundações. Por outra forma, os

EUNICE A. B. GALATI, TAMARA N. DE L. CAMARA, DELSIO NATAL e FRANCISCO CHIARAVALLOTI-NETO são professores do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e do Mestrado Profissional em Entomologia em Saúde Pública, ambos da Faculdade de Saúde Pública da USP.

efeitos indiretos estão relacionados às influências climáticas na propagação de doenças disseminadas pela água, pelos alimentos e por vetores. Muitas doenças infecciosas cujos agentes são transmitidos por vetores – como as leishmanioses, tendo flebotomíneos como vetores da leishmânia, as arboviroses (dengue, encefalites, febre amarela, febre do Nilo Ocidental) e a filariose bancroftiana, com mosquitos atuando na transmissão de seus agentes – são sensíveis a mudanças de temperatura e exposição a condições extremas. O aumento das temperaturas resulta em alterações climáticas que podem levar à emergência e expansão no espaço geográfico para maiores latitudes e altitudes e na dilatação dos períodos de tempo favoráveis das doenças (Harrigan et al., 2014; Rossati et al., 2014).

O desenvolvimento dos flebotomíneos e dos mosquitos é holometabólico, englobando as fases de ovo, larva (com quatro estádios), pupa e adulto. Os adultos têm importância para a saúde pública, pois muitos são vetores biológicos de patógenos humanos, como o *Aedes aegypti* (vetor dos vírus da dengue – DENV – e da febre amarela), o *Culex quinquefasciatus* (vetor do vírus da febre do Nilo Ocidental e da filária *Wuchereria bancrofti*) e a *Lutzomyia longipalpis* (vetor de *Leishmania infantum*). O tempo de desenvolvimento entre o ovo e o adulto depende de variáveis climáticas, especialmente a temperatura: quanto mais quente, mais rápido é o ciclo e, conseqüentemente, maior pode ser a densidade da população de adultos. Pesquisas em laboratório mostram que mosquitos podem reduzir em até um dia e meio o seu tempo de desenvolvimento quando a temperatura aumenta em 2°C (Rueda et al., 1990). Dessa forma, o aquecimento global poderia aumentar a densidade da população de adultos desses insetos, proporcionando contato mais frequente entre vetores e hospedeiros (humanos ou animais) e, conseqüentemente, aumentando a disseminação das doenças.

Um vetor, ao picar um hospedeiro vertebrado infectado, ingere junto com o sangue o agente etiológico de determinada doença. Uma vez no intestino do vetor, esse agente, que pode ser um vírus ou um protozoário, precisa estar adaptado a resistir a barreiras físicas e imunológicas do inseto, possibilitando alcançar o órgão-alvo (glândula salivar ou uma parte específica do intestino) a partir do qual será transmitido. Quando o agente

alcança o órgão-alvo do vetor, este está apto para transmiti-lo a outro hospedeiro vertebrado suscetível. O tempo entre o repasto infectivo realizado pelo vetor e o momento em que este se encontra apto para transmitir o agente infectante é denominado de período de incubação extrínseco (PIE), que é sensível à temperatura, sendo um importante componente na dinâmica de transmissão de um patógeno. Com efeito, em condições de laboratório, foi demonstrado que o aumento de 2°C na temperatura reduz em até quatro dias o PIE do vírus DENV-2 na fêmea de *Aedes aegypti*. Dessa forma, quanto mais alta é a temperatura (até certos limites), menor é o PIE, resultando em mosquitos infectantes mais jovens e com tempo maior de vida na condição de transmissor.

Mudanças climáticas associadas ao aumento de chuvas ou de temperatura podem afetar a distribuição espacial e temporal dos insetos vetores de patógenos e das doenças infecciosas correspondentes, aumentando a transmissão. Entretanto, alguns estudos apontam que os períodos de seca também são igualmente importantes, pois o armazenamento de água de maneira inadequada pode aumentar a oferta de criadouros para determinados mosquitos vetores (Barclay, 2008; Meason & Paterson, 2014). É importante apontar que os aspectos sociais, políticos e econômicos, como as migrações humanas, a globalização dos transportes, o desmatamento e a pobreza nas áreas urbanas, podem intensificar os impactos causados pelas mudanças climáticas, facilitando o aumento e a expansão da população de vetores (Barcellos et al., 2009).

Nas seções a seguir são abordados aspectos do aquecimento global e suas conseqüências para a emergência de algumas doenças transmitidas por vetores, como leishmanioses, arboviroses e filarioses, e mosquitos (“pernilongos”, “muriçocas” ou “carapanãs”) que têm relevância como causadores de incômodos.

FLEBOTOMÍNEOS E LEISHMANIOSES

Leishmanioses são infecções que têm como agentes diversas espécies de protozoário do gênero *Leishmania* transmitidas por várias espécies de flebotomíneos e podem apresentar manifesta-

ções clínicas na forma tegumentar ou visceral. São cerca de 350 milhões de pessoas em 88 países tropicais e subtropicais expostas ao risco da infecção. Ao considerar o seu rápido processo de urbanização e o risco de mortalidade, vamos nos ater à leishmaniose visceral (LV), que ocorre em 80 países, com estimativa global de 200 a 400 mil novos casos anuais, dos quais mais de 90% são registrados em seis países: Índia, Bangladesh, Sudão, Sudão do Sul, Etiópia e Brasil (Alvar et al., 2012). Nas Américas, são 12 os países atingidos, com 96% dos casos ocorrendo no Brasil, onde a letalidade é em torno de 6,7% (PAHO/WHO, 2015).

As infecções são causadas pelo complexo *Leishmania donovani/Leishmania infantum* e, em sua maioria, são assintomáticas, mas algumas pessoas desenvolvem a forma clínica visceral da doença, tendo como fatores predisponentes a desnutrição e a imunossupressão. O período de incubação varia de dez dias a um ano. Os sintomas geralmente aparecem de forma gradual, sendo os mais comuns: febre, mal-estar, tremores ou arrepios, perda de peso, anorexia; e os sinais clínicos: aumento do volume do baço, acompanhado ou não do aumento do fígado, emagrecimento e palidez das mucosas. A doença pode ocorrer de forma esporádica, endêmica ou epidêmica. Em áreas endêmicas, as crianças abaixo dos 5 anos de idade são as mais atingidas. No entanto, a metade dos casos tem ocorrido em adultos nos países mediterrâneos, Ásia Oriental e Central, em função do surgimento da infecção por HIV e aumento do uso de imunossupressores por transplante e quimioterapia (WHO, 2010).

Existem dois cenários de transmissão em relação à fonte de infecção. Um deles caracteriza-se como uma antroponose, na qual o parasita é a *L. donovani* transmitida pelo vetor de um homem infectado para outro suscetível. Ocorre no subcontinente indiano, onde é conhecida como *Kala-azar*, com as incidências mais elevadas no nordeste da Índia e Bangladesh e no leste da África (Sudão, Sudão do Sul e Etiópia). No outro, o parasita é a *L. infantum*, sendo, a principal fonte de infecção para o ser humano suscetível, o cão doméstico infectado, caracterizando-se como uma antroponose, que ocorre principalmente em países do Mediterrâneo e das Américas. No hospedeiro vertebrado, as leishmânias ocorrem na forma amastigota (sem

flagelo) e parasitam células do sistema retículo endotelial, sobretudo, os macrófagos.

Os vetores são conhecidos na língua inglesa como *sand flies* e, no Brasil, mosquito-palha, birigui, etc. Suas formas imaturas desenvolvem-se em solo úmido, rico em matéria orgânica e pouca incidência da luz, tais como tocas de animais, solo de florestas, cavernas ou frestas em rochas e peridomicílios, inclusive urbanos. As larvas alimentam-se de matéria orgânica em decomposição: restos vegetais, carcaças de insetos, fezes de animais, etc. Na fase adulta, além de açúcares, as fêmeas precisam de sangue para o desenvolvimento do ovário e, após uma ou mais alimentações sanguíneas, em torno de sete dias, em temperaturas de 25-26°C, fazem a postura e procuram por novo hospedeiro. A fêmea, quando alimentada em uma fonte de infecção, ingere juntamente com o sangue as formas de amastigotas da *Leishmania*, que, no intestino do vetor, se transformam em promastigotas (com flagelo), se multiplicam e se diferenciam até se tornarem infectantes para um novo hospedeiro. Nessa fase permanecem imersas em um gel na parte torácica do tubo digestivo, logo após a válvula estomodeal que o separa do esôfago. Em um próximo repasto sanguíneo, o sangue ingerido encontra o bloqueio formado pelo gel, sendo então regurgitado no tecido do hospedeiro juntamente com as formas infectantes do parasita, causando a infecção.

São conhecidas quase 1.000 espécies de flebotomíneos. São poucas as que se destacam na transmissão da LV: quatro do gênero *Phlebotomus* no hemisfério leste e apenas *Lutzomyia longipalpis* nas Américas. Esse flebotomíneo, que naturalmente habita áreas com vegetação aberta ou ambientes rochosos, apresenta ampla distribuição geográfica, desde o México até o norte da Argentina, e encontra-se em franco processo de adaptação a ambientes urbanos.

Mudanças nas temperaturas, chuvas e umidade resultantes do aquecimento global podem ter forte impacto na ocorrência da LV devido a reflexos na ecologia dos vetores, dos parasitas e na população humana. Os vetores estão sujeitos a alterações na distribuição espaço-temporal, tanto em latitude como em altitude, na duração do ciclo de vida, sobrevivência e tamanhos populacionais. Nos parasitas, pequenos aumentos da

temperatura podem acelerar o ciclo de vida das formas promastigotas da leishmânia no vetor. Na população humana, a persistência de longos períodos de seca ou inundações contribui para a intensificação dos processos migratórios, podendo introduzir a doença em novas áreas, ou então pessoas suscetíveis são introduzidas em áreas de risco (WHO, 2010).

Modificações ambientais têm levado a aumentos expressivos na incidência e na extensão territorial da LV na América Latina. No Brasil, até os anos 60 a doença era tipicamente rural e ocorria sobretudo em áreas de “pés de serras” e boqueirões do Nordeste. No entanto, a intensificação do processo migratório, levando a um rápido e desordenado crescimento da periferia de cidades de médio e grande porte, gerou condições adequadas para o desenvolvimento do vetor *Lu. longipalpis*, tais como abrigos em terrenos baldios, fragmentos de vegetação próximos aos domicílios e fontes de alimento em animais domésticos. Assiste-se, assim, a uma interiorização e urbanização da doença em todas as regiões brasileiras, fenômeno que se repete também no Paraguai e na Argentina.

Merece destaque o rápido avanço da população de *Lu. longipalpis*, a partir de Mato Grosso do Sul, em direção à capital de São Paulo (Casanova et al., 2015), seguindo a Rodovia Marechal Rondon, que atravessa área quente e seca do estado. Apesar da conexão dessa rodovia com o eixo rodoviário que adentra a Grande São Paulo, até a atualidade não foi constatada a presença dessa população domiciliada nessa área, onde altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas talvez estejam funcionando como uma barreira à sua dispersão. No entanto, pequenos aumentos na temperatura resultantes das alterações climáticas, associados à alta capacidade adaptativa desse flebotômíneo, podem impulsionar o seu avanço para a região metropolitana paulista. Nesse cenário, a presença de cães infectados introduzidos a partir das áreas endêmicas será sem dúvida um fator preponderante que permitirá o acometimento da população humana. Portanto, são necessários estudos para acompanhar as mudanças climáticas bem como fortalecer a vigilância com foco no vetor homem e cão.



MOSQUITOS URBANOS

Outro grupo de interesse é representado pelos culicídeos, conhecidos como mosquitos, com mais de 3.600 espécies descritas, a maioria vivendo afastada; porém, pequena parcela, ao compartilhar com o homem as áreas urbanizadas, são as mais desafiadoras. Dentre essas pioneiras da resiliência, destacam-se os mosquitos *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, ambos originalmente exóticos e merecedores de destaque.

Aedes aegypti e arboviroses

Aedes aegypti é vetor dos vírus da dengue, da febre amarela, da febre chikungunya e da febre zika, todas presentes no Brasil. O nosso destaque é para o vírus dengue, que provoca a doença de mesmo nome, sendo reconhecida como a arbovirose de maior importância no mundo atual. Estima-se que anualmente cerca de 390 milhões de pessoas são infectadas pelo vírus, 96 milhões apresentam sintomas da doença, 500 mil são hospitalizadas e 20 mil vão a óbito (Bhatt et al., 2013). As outras duas, a febre chikungunya e a zika, vêm apresentando expansão progressiva da incidência. O vírus amarílico também pode ser transmitido pelo *Aedes aegypti* no ambiente urbano, porém essa modalidade foi erradicada por meio de campanhas de combate ao vetor e vacina eficaz. Essa virose, em nosso país, está circunscrita ao meio silvestre, onde atuam outros vetores.

No Brasil, o ano de 2015 bateu o recorde de toda a série histórica de dengue, com a ocorrência aproximada de 1,5 milhão de casos e 793 óbitos, sendo São Paulo o estado mais afetado. Recentemente houve a introdução no país dos vírus chikungunya e zika.

Os fatores climáticos interferem na biologia dos vetores e na transmissão dos agentes patogênicos a eles associados. Em situação de aquecimento global, podem ocasionar aumento da incidência da dengue. Um exemplo é o que poderá ocorrer na cidade de São Paulo, ou o que, de forma mais pessimista, já vem ocorrendo. Para esse exercício vamos resgatar a história da dengue em São José do Rio Preto, sendo que tal situação poderá se repetir em São Paulo.

São José do Rio Preto, centro urbano de tamanho médio, com cerca de 408 mil habitantes em 2010, localiza-se na região noroeste do estado de São Paulo, em área de clima tropical, sendo reconhecida pelo seu calor intenso. São Paulo, capital do estado, está localizada em altitudes mais elevadas, de clima mais ameno, e é um dos maiores centros urbanos do planeta (11,5 milhões de habitantes), compondo, com mais 38 municípios, a Região Metropolitana de São Paulo (20 milhões de habitantes).



Em 1985, a Superintendência de Controle de Endemias do Estado de São Paulo detectou a presença de focos do *Aedes aegypti* em 12 cidades paulistas, entre elas, São Paulo e São José do Rio Preto, e confirmou sua reintrodução no estado. Os focos foram encontrados em locais com concentração de recipientes, denominados pontos estratégicos (PEs). A partir do referido diagnóstico, foi estruturado o programa de controle de *Aedes aegypti* em São Paulo, que previa a visitação sistemática e periódica aos PEs dos municípios e a realização de delimitações de foco, quando do encontro de sítios positivos. Considerava-se que o vetor estava presente em um município quando este continuava presente nos imóveis após a realização das medi-

das de controle que vinham associadas à delimitação de foco (SES, 1985).

Logo após a detecção de focos positivos do mosquito em São José do Rio Preto, realizaram-se as delimitações e a aplicação de controle, as quais não foram suficientes para eliminar o vetor. Diante da situação, em 1985, o município foi considerado com infestação domiciliar e sob risco de dengue.

Os primeiros casos autóctones da dengue no município foram registrados em 1991, atribuídos ao sorotipo DENV1. A primeira grande epidemia ocorreu em 1995, com 1.462 casos autóctones. Posteriormente, com a introdução dos demais sorotipos, as incidências (casos/100 mil habitantes/ano) apresentaram comportamento cíclico: em 1999, 1.351,1; em 2006, 2.935,7; em 2010, ano da maior incidência, 6.173,8; e em 2015, até outubro, a segunda maior incidência, 5.070,8 (SES, 1985). Apesar de não se descartar a hipótese de que o aumento progressivo das incidências da dengue no município já seria um efeito do aumento das temperaturas, parece que esse fenômeno estaria mais relacionado com a circulação dos múltiplos sorotipos do vírus dengue.

No debate das alterações climáticas e de sua influência sobre a dengue e seu vetor, a cidade

Marcos Santos/USP imagens



de São Paulo instiga a uma possível associação. Desde a introdução da febre amarela urbana no Brasil, na vigência do período colonial, nunca se registrou em São Paulo essa doença, cujo vírus era transmitido pelo *Aedes aegypti*. Em 1985, ano em que se detectou a presença desse mosquito em São Paulo, a cidade já fora arrolada entre os municípios com PEs positivos. Em oposição ao que ocorrera em São José do Rio Preto, mesmo diante da infestação contínua do vetor em PEs, as delimitações não detectavam a infestação nos domicílios. Somente em 1992, sete anos após a primeira constatação do mosquito, é que foi confirmada a extrapolação dos focos e a infestação domiciliar. Tal comportamento atesta que o ambiente em São Paulo não foi favorável para o *Aedes aegypti* como fora em São José do Rio Preto (Chiaravalloti-Neto, 1997; Nascimento, 2001).

Na história da autoctonia da dengue na cidade de São Paulo, os primeiros casos são de 1999. Em 2001, 14 anos após a detecção de focos do mosquito e sete anos após a confirmação da infestação domiciliar, pela primeira vez, o número de casos ultrapassou uma centena. Em 2007, o número de casos ultrapassou a barreira do milhar. Os anos de 2014 e 2015 são aqueles com maiores números de casos, respectivamente, 30.066 e 44.674. Em 2015, até outubro, pela primeira vez, São Paulo teve uma

incidência superior a 300 casos/100 mil habitantes/ano (CVE, s/d), limite utilizado pelo Ministério da Saúde para considerar um local com epidemia (SES, 1985). Novamente, destaca-se que o ambiente da cidade de São Paulo, embora menos favorável, foi cada vez menos desfavorável para o vírus e sua relação com o vetor do que o encontrado em São José do Rio Preto.

A persistência e a intensidade da dengue em São José do Rio Preto são esperadas por se tratar de cidade de clima tropical e com condições ideais para o desenvolvimento do vetor e de sua relação com o patógeno. Quanto ao que vem ocorrendo na capital, nos parece que o enfrentamento de epidemias de dengue seja uma novidade do quadro epidemiológico, tendo-se em conta a ausência de eventos registrados de febre amarela e, presume-se, o fato de nunca ter havido infestação pelo vetor antes da aqui relatada.

Na década de 1980, a constatação da ausência de infestação domiciliar pelo *Aedes aegypti* levou à hipótese de que essa espécie não seria um problema para a cidade. Mesmo se ocorresse a infestação domiciliar, a cidade não seria atingida de modo importante por epidemias de dengue. Na década de 1990, considerou-se uma segunda hipótese na qual o risco de epidemias de dengue seria menor na cidade em função da presença de poluentes atmosféricos, com interferência negati-



Filipe Nunes/SECOM-PMO



va na relação entre o vetor e o vírus (Nascimento, 2001). As evidências atuais na cidade permitem rejeitar essas duas hipóteses.

A viabilidade do vetor na cidade de São Paulo e o risco de ocorrência de grandes epidemias decorrentes da adaptação do mosquito às condições adversas a ele presentes na cidade foram hipotetizadas por Louise, Vidal e Suesdek (2015), assim como a existência de associação entre o maior risco de ocorrência de dengue e as ilhas urbanas de calor da cidade, as quais apresentariam condições mais adequadas para a proliferação de *Aedes aegypti* e a transmissão do vírus dengue (Araujo et al., 2015).

Se de fato as condições cada vez mais favoráveis para a dengue em São Paulo, em consonância com as duas hipóteses acima, forem reflexo do aquecimento global, isso auxiliará a explicar as diferenças iniciais entre São Paulo e São José do Rio Preto, mas com documentada tendência de se tornarem semelhantes. Portanto, podemos imaginar que São Paulo poderá experimentar taxas de incidência tão altas quanto as vistas em São José do Rio Preto, o que implicaria uma ocorrência anual aproximada de 700 mil casos e 500 óbitos. Esses valores alarmantes representariam uma enorme carga ao sistema de saúde, tanto público como privado. Além da dengue, há que se incluir o risco da ocorrência da infecção por chikungunya (com sua cronicidade por tempo variável) e zika. Esta última com sérias repercussões na saúde pública se forem confirmadas as suspeitas de sua associação com microcefalia. Acresce-se a necessidade de ampliação do contingente de pessoas que viriam a ser vacinadas contra o vírus da febre amarela.

OS DESAFIOS DE UMA PRAGA URBANA

O *Culex quinquefasciatus* representa os desafios que um mosquito pode provocar para a saúde pública, mesmo na condição de não transmissor de patógenos. Entre os outros dípteros de interesse, esse mosquito agrega um conjunto de características que o coloca como de elevada relevância. Na sua área de distribuição atual, infesta a quase totalidade dos núcleos populacionais brasileiros, desde as menores vilas até as metrópoles.

Distribuído pelos continentes, mas circunscrito ao trópico e subtropical, possui uma variante próxima, que habita as áreas temperadas, designada como *Culex pipiens*. Dada a proximidade filogenética, essas variantes guardam semelhanças na morfologia, além de terem muito em comum quanto à suscetibilidade aos patógenos e ao comportamento, sendo reunidas em um mesmo complexo taxonômico. Muito do conhecimento acumulado para a espécie de lá pode ser transferido para a variante dos climas aquecidos. É instigante que as duas podem se cruzar nas áreas de transição, deixando prole “híbrida” (Harbach, 2012).

No Brasil, a distribuição do *Culex quinquefasciatus* pela quase totalidade dos municípios denuncia nossa incapacidade cultural em lidar corretamente com as questões ambientais. As ruas perderam a estética, as áreas verdes são restritas, o ar é poluído, o saneamento é precário, dentre inúmeras falhas. No debate do saneamento, para compreender a ecologia dessa espécie, é necessário ampliar a discussão sobre a precariedade do tratamento dos efluentes líquidos, conhecidos como “esgotos”.

Ao regredir no tempo, nota-se que houve progresso. Se antes no Brasil se convivia nas cidades com o esgoto a céu aberto, cenário que propicia a contaminação direta da população, atualmente avançamos no afastamento do esgoto de superfícies. Mesmo nesse item há falhas, pois em muitas das cidades a cobertura deixa a desejar. As redes subterrâneas distanciaram o esgoto do morador, e somente esse investimento foi efetivo no combate a inúmeras patologias, principalmente doenças infecciosas intestinais (Teixeira & Guilhermino, 2006). As redes representaram um avanço, mas não deram solução total ao problema. Nossos efluentes brutos muitas vezes são lançados nos córregos e rios que cortam as áreas urbanizadas. Afastamos, mas não tratamos, e esse paradoxo precisa urgentemente de ações concretas e efetivas por parte de nossos governantes. Há carências de estações de tratamento de esgotos (ETE) e, enquanto essa falha perdurar, conviveremos com o drama dos córregos e rios poluídos. É dessa brecha na gestão que o mosquito *Culex quinquefasciatus* se aproveita. Para exemplificar, tomaremos o caso do Rio Pinheiros, na metrópole paulista.

Muitos referem tratar-se de um rio morto; porém, essa condição não é verdadeira. Fora alguns animais, como a capivara e a garça, que frequentam a área, a vida nesse rio concentra-se nas bactérias anaeróbicas, cujo processamento dos depósitos dos sedimentos produz o odor de gases como o H₂S (gás sulfídrico), característico do ar que se respira nas imediações (Cunha et al., 2011). É nas margens do canal, nos lugares protegidos pelo acúmulo de resíduos flutuantes, que se concentram as larvas e pupas de *Culex quinquefasciatus*, agrupadas em milhares de indivíduos, na superfície contígua à lâmina d'água. As larvas permanecem rentes à superfície, onde respiram o ar atmosférico por meio de seus sílfes. Ao mesmo tempo se alimentam ao pulsarem suas escovas orais, mecanismo que conduz para a boca os microrganismos e detritos do líquido que compõem sua dieta. Ficam livres dos predadores, pois ali não existem. Peixes e larvas de insetos que fazem a regulação natural das larvas de mosquitos respiram por brânquias, mas como extrair o oxigênio de onde não há? Rapidamente pupam, e logo emergem os adultos. As fêmeas são fertilizadas ali mesmo nas margens e depois voam para o entorno, onde praticam a hematofagia na população humana das proximidades. Sendo espécie de acentuada antropofilia, atormenta os moradores, constituindo-se em uma verdadeira “praga urbana” (Morais, Marrelli & Natal, 2006).

Não há transmissão de patógenos em São Paulo por esse mosquito, sendo o incômodo pelas picadas e suas reações os motivos que justificam o combate a esse culicídeo. A prefeitura de São Paulo arca com os custos e a habilidade de seus técnicos para amenizar a situação; porém, a solução definitiva somente virá com a despoluição desse manancial. Essa situação se replica pela rede de córregos de nossa urbe e se espalha pelas cidades brasileiras, configurando-se como um autêntico problema de saúde pública nacional.

O conflito é mais agudo em lugares como a área metropolitana de Recife, onde a luta contra

esse mosquito não é só para amortecer o incômodo, mas para minimizar a transmissão de *Wuchereria bancrofti*, agente etiológico da filariose, que na condição avançada da infecção é popularmente conhecida como elefantíase. Essa desafiadora doença é alvo de combate exaustivo, com a meta de erradicá-la em breve, porém, não pela despoluição das águas da malha urbana, mas pela eliminação da infecção no hospedeiro humano, pois a droga utilizada é eficaz (Fontes et al., 2012).

A maior preocupação recai sobre a competência que tem esse culicídeo de veicular vários arbovírus, como exemplo o agente da febre do Nilo Ocidental, infecção que, a partir das primeiras notificações em 1999, disseminou-se pela América do Norte. O mais grave é que essa doença pode evoluir para encefalites, paralisia e morte (Harrigan, 2014).

Em época de alterações climáticas, que facilitam a emersão e a dispersão das doenças associadas aos vetores, deixar esse mosquito proliferar livremente é no mínimo uma imprudência. Nossos gestores do ambiente precisam redobrar a atenção sobre o estado em que se encontra nossa água doce depois de utilizada, sendo a ameaça dos mosquitos mais uma justificativa a fortalecer a política saudável.

Em suma, o quadro futuro das mudanças climáticas e das doenças veiculadas por insetos nos grandes centros urbanos é um exercício de futurologia. Mas, pelo princípio da precaução, bastante caro à saúde pública, é importante considerá-lo e tomar as medidas preventivas necessárias, ao invés de tentar mitigar as suas graves consequências, caso o quadro se confirme. O problema, tratando-se de insetos vetores ou incômodos, das doenças aqui vistas – leishmaniose visceral, dengue, febre amarela, chikungunya e zika – é que as medidas de controle conhecidas e atualmente utilizadas parecem não dar conta, havendo a necessidade de investimento em pesquisas para desenvolvimento de novos e mais efetivos métodos de vigilância e controle vetorial e/ou de vacinas.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAR, J. et al. "Leishmaniasis Worldwide and Global Estimates of Its Incidence", in *PLoS ONE*, 7(5), 2012, p. e35671.
- ARAUJO, R. V. et al. "São Paulo Urban Heat Islands Have a Higher Incidence of Dengue than Other Urban Areas", in *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 19(2), 2015, pp. 146-55.
- BARCELLOS, C. et al. "Mudanças Climáticas e Ambientais e as Doenças Infecciosas: Cenários e Incertezas para o Brasil", in *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18, 2009, pp. 285-304.
- BARCLAY, E. "Is Climate Change Affecting Dengue in the Americas?", in *The Lancet*, 371, 2008, pp. 973-4.
- BHATT, S. et al. "The Global Distribution and Burden of Dengue", in *Nature*, 496(7446), 2013, pp. 504-7.
- CASANOVA, C. et al. "Distribution of *Lutzomyia longipalpis* Chemotype Populations in São Paulo State, Brazil", in *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(3), 2015, p. e0003620.
- CHIARAVALLI NETO, F. "Descrição da Colonização de *Aedes aegypti* na Região de São José do Rio Preto, São Paulo", in *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 30, 1997, pp. 279-85.
- CUNHA, D. G. et al. "Contiguous Urban Rivers Should Not Be Necessarily Submitted to the Same Management Plan: the Case of Tietê and Pinheiros Rivers (São Paulo, Brazil)", in *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(4), 2011, pp. 1.465-80.
- CVE – Centro de Vigilância Epidemiológica Professor Alexandre Vranjac. Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. *Distribuição dos Casos de Dengue Autóctones segundo o Município Provável de Infecção e Casos Importados de Outros Estados segundo o Município de Residência no Estado de São Paulo*. Disponível em <http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/>. Acessado em: 22/11/2015.
- FONTES, G. et al. "Lymphatic filariasis in Brazil: Epidemiological Situation and Outlook for Elimination", in *Parasities & Vectors*, 26(5), 2012, p. 272.
- HARBACH, R. E. "*Culex pipiens*: Species Versus Species Complex Taxonomic History and Perspective", in *Journal of the American Mosquito Control Association*, 28(4 Suppl), 2012, pp. 10-23.
- HARRIGAN, R. J. et al. "A Continental Risk Assessment of West Nile Virus Under Climate Change", in *Global Change Biology*, 20(8), 2014, pp. 2.417-25.
- LOUISE, C.; VIDAL, P. O.; SUESDEK, L. "Microevolution of *Aedes aegypti*", in *PLoS ONE*, 10(9), 2015, p. e0137851.
- MEASON, B.; PATERSON, R. "Chikungunya, Climate Change, and Human Rights", in *Health and Human Rights*, 16, 2014, pp. 105-12.
- MORAIS, S. A.; MARRELLI, M. T.; NATAL, D. "Aspectos da Distribuição de *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) na Região do Rio Pinheiros, na Cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil", in *Revista Brasileira de Entomologia*, 50(3), 2006, pp. 413-18.
- NASCIMENTO, C. B. *A Baixa Transmissão de Dengue na Região Metropolitana de São Paulo no Contexto das Demais Regiões do Estado: Razões e Perspectiva*. Tese de doutorado. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP, 2001.
- PAHO – Pan American Health Organization. Regional Office of the World Health Organization – WHO. "Leishmaniasis: 'Epidemiological Report of the Americas'", in *Report Leishmaniasis* n. 32.015.

- ROSSATI, A. et al. "Vector Transmitted Diseases and Climate Changes in Europe", in *Le Infezione in Medicina*, 22(3), 2014, pp. 179-92.
- RUEDA, L. M. et al. "Temperature-dependent Development and Survival Rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)", in *Journal of Medical Entomology*, 27, 1990, pp. 892-8.
- SES – Secretaria de Estado da Saúde. Superintendência de Controle de Endemias. Programa de Controle de *Aedes aegypti* no Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. São Paulo, 1985.
- TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. "Análise da Associação entre Saneamento e Saúde nos Estados Brasileiros, Empregando Dados Secundários do Banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003", in *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 11(3), 2006, pp. 277-82.
- WHO – World Health Organization. "Control of the Leishmaniasis: Report of a Meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis", in *WHO Technical Report Series*, 949. Geneva, March, 2010, pp. 22-6.