

**“Doenças tropicais”:  
o clima e a saúde coletiva. Alterações  
climáticas e a ocorrência de malária na área  
de influência do reservatório de Itaipu, PR**

**Maria Eugenia M. Costa Ferreira**

Professora Associada do Departamento de Geografia da  
Universidade Estadual de Maringá - Paraná  
Correio eletrônico: eugeniaguart@hotmail.com

**Resumo**

As “doenças tropicais” estão relacionadas a condições de temperatura e umidade, responsáveis pela proliferação de insetos vetores. O conceito inclui, também, aspectos socioeconômicos decorrentes das condições de subdesenvolvimento. Algumas doenças transmitidas por insetos vetores, entre elas a malária, estão aumentando em frequência no continente americano desde 1980. O surto de malária de 1989, no oeste do Paraná, ocorreu cinco anos depois do preenchimento do reservatório de Itaipu. Antes disso, a área não apresentava casos autóctones de malária e o *Anopheles darlingi* ocorria de modo discreto. O lago favoreceu o desenvolvimento de criadouros, aumentando a proliferação do inseto. Alterações climáticas locais como o aumento das taxas de umidade e das temperaturas médias, com redução nos extremos de temperatura e intensificação de ventos do quadrante Norte, ampliam a área de risco de ocorrência de malária na direção das latitudes mais altas do Brasil meridional e do norte da Argentina.

**Palavras-chave**

Geografia da saúde – doenças tropicais – malária – alterações climáticas – clima e saúde.

Terra Livre	São Paulo	Ano 19 - vol. I - n. 20	p. 179-191	jan/jul. 2003
-------------	-----------	-------------------------	------------	---------------

## Sobre a conceituação de “doença tropical”

São muitas as relações entre o clima e a saúde. Uma das formas mais tradicionais de abordar a questão é quanto às denominadas “doenças tropicais”. Este termo é controverso, pois diferentes critérios vêm sendo utilizados para definir o que são as doenças tropicais. Levanta-se a questão climática, valorizando os aspectos do ambiente como temperatura e umidade, e a questão socioeconômica, como sendo o que decorre das condições de subdesenvolvimento. Uma terceira posição procura reunir os dois critérios, valorizando os aspectos geográficos regionais, como sendo o que ocorre em países que ocupam a faixa intertropical da Terra, abrangendo tanto as doenças cuja ocorrência depende de certas condições climáticas como aquelas ligadas à pobreza e à deficiência da infra-estrutura de saneamento e de atendimento à saúde.

Originalmente, o termo “doenças tropicais” foi utilizado para se referir a doenças dos trópicos úmidos, valorizando os aspectos climáticos mas também criando muitos preconceitos contra a zona tropical. Colonizadores europeus procuravam passar o verão nas “serras” da América tropical, nas montanhas do norte da Índia ou nas terras mais elevadas dos planaltos da África tropical, para fugir do calor e das doenças. No Brasil, o imperador instalava-se em Petrópolis durante o verão.

Quando o Brasil incentivou a vinda de imigrantes europeus, no final do século XIX e início do século XX, Godinho (1910) elaborou um estudo no qual negava a relação entre o clima e a prevalência de doenças endêmicas e epidêmicas, com a finalidade de atender a interesses político-econômicos: o autor pretendia, na verdade, provar aos imigrantes estrangeiros que chegavam a São Paulo que não havia correlação entre o clima tropical e uma suposta insalubridade causadora de doenças ditas “tropicais”. Em muitos outros trabalhos, a atenção voltou-se para as chamadas “doenças tropicais”, de que se ocuparam desde naturalistas do século XIX até pesquisadores da primeira metade do século XX – entre eles Carlos Chagas –, ressaltando a influência do clima na ocorrência das enfermidades.

Na década de 50, o interesse geopolítico na interiorização e na integração do território brasileiro reativou os estudos de geografia médica: desenvolveram-se pesquisas sobre as doenças tropicais endêmicas presentes nas áreas em vias de ocupação da Amazônia e do Centro-Oeste; os estudos atendiam aos interesses do governo que implantava projetos de produção de energia, agropecuários e de mineração no interior do país. É com este objetivo que, em 1959, criou-se o Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. As pesquisas elaboradas nessa fase e nas décadas seguintes eram essencialmente de medicina ambiental e não de geografia médica, uma vez que os trabalhos foram produzidos por médicos sanitaristas e não por geógrafos. A medicina ambiental trata da relação entre a ocorrência de doenças e as características do ambiente, mas não faz uma análise propriamente espacial, conforme a metodologia geográfica.

É, ainda, dentro desse contexto geopolítico e atendendo às necessidades da expansão capitalista nas regiões Norte e Centro-Oeste, empreendida pelos governos militares, que, em 1972, Lacaz et al. publicam a obra *Introdução à geografia médica do Brasil*, que pretendia constituir um trabalho de interligação entre a Medicina e a Geografia. A obra não chegou, efetivamente, a integrar os conhecimentos médicos e os geográficos: abordava as relações entre doença e ambiente de modo separatista, analisando individualmente fatores geográficos

físicos e humanos, tais como relevo, clima, vegetação, fauna, população, habitação rural e urbana, migração e outros. De qualquer forma, estabeleceu uma ponte entre a epidemiologia e a geografia e enfatizou a importância dos estudos geográficos para a compreensão das patologias infecciosas em geral e particularmente as parasitárias, com destaque para as doenças que possuem um reservatório na natureza e um vetor biológico que hospeda temporariamente o agente infectante.

Depreende-se que, no Brasil, a geografia médica esteve quase sempre a serviço de interesses colonialistas ou desenvolvimentistas de base capitalista. A maior parte dos trabalhos atendia diretamente ao capitalismo estatal ou aos interesses imediatos de uma classe dominante. Sobral (1988) comenta que não havia uma abordagem mais crítica, voltada para a compreensão dos fatores culturais e socioeconômicos, e uma produção científica que pudesse realmente atender às necessidades práticas da sociedade como um todo e não apenas de grupos. Segundo a autora, essa visão mais democrática e desvinculada dos interesses diretos da classe dominante só se evidenciou, no Brasil, a partir do “Encontro de Trabalho sobre Geografia da Saúde”, da UGI, em 1982.

No estudo das relações entre o clima e a saúde, a corrente ambientalista natural arrola como associadas à tropicalidade climática as doenças parasitárias transmitidas por vetores como a malária, a febre amarela, a leishmaniose tegumentar americana, a esquistossomose, a filariose, as arboviroses e as febres hemorrágicas, incluindo, mais recentemente, a dengue. Também algumas doenças bacterianas, como as salmoneloses e a shigelose, aparecem associadas à deterioração de alimentos devida ao calor, embora envolvam aspectos sanitários.

Já o critério que associa as “doenças tropicais” a problemas decorrentes da pobreza, do atraso social, das deficiências no atendimento à saúde e de outras condições ambientais que não o clima, isto é, enfatizando principalmente os aspectos do saneamento ambiental e de assistência social, amplia o escopo das doenças ditas “tropicais”. É assim que passaram a ser associadas aos trópicos doenças parasitárias como a amebíase, as helmintíases, as protozooses intestinais e a cólera, todas elas decorrentes da falta de saneamento básico, além de outras relacionadas à precariedade das habitações e à rusticidade do modo de vida, envolvendo as más condições do espaço habitado e a exposição aos agentes etiológicos devido à pobreza. Assim, somam-se às doenças acima, que, diga-se de passagem, não são exclusivas dos trópicos, a tripanossomíase, a toxoplasmose, a hanseníase, a tuberculose, a peste, as rickettsioses, a leptospirose, as anemias nutricionais e as micoses, dentre outros males associados às más condições de vida e às situações de risco ambiental e social. Até a Aids, na sua origem, foi atribuída ao ambiente intertropical-oriental africano. Nem é preciso dizer que a maior parte dessas doenças não está associada exclusivamente às qualidades dos meios climáticos tropicais, apenas grassando nos países tropicais devido às condições de subdesenvolvimento. Este é o caso da tuberculose, da Aids, das infecções intestinais e da desnutrição infantil, dentre outras.

A geografia médica latino-americana de base “terceiro-mundista”, que explora os fatores de risco, de Briceño-León (1993), Vera-Vassallo (1985), López-Antuña (1992) e Castillo-Salgado (1992), só para citar alguns trabalhos clássicos, procura associar os fatores ambientais naturais e criados pelo homem aos fatores culturais, sociais e econômicos. Assim, a questão das “doenças tropicais” aparece como um conjunto de condições climáticas e biogeográficas que, associadas aos fatores culturais, sociais e econômicos, são responsáveis pela permanência e pelo agravamento de enfermidades que já foram há muitas décadas controladas nos países

desenvolvidos de clima temperado ou frio. Iñiguez Rojas (1998) questiona a análise dos fatores de risco, enfatizando as ações sobre o meio natural e social e o gerenciamento adequado dos problemas de saúde. A Organização Panamericana de Saúde – Opas – valoriza os aspectos sociais e econômicos responsáveis pelo quadro de saúde da população na América tropical.

Na Europa, o Centro Aventis de Doenças Tropicais, ligado a laboratórios farmacêuticos dedicados ao controle da malária e da leishmaniose reúne, em um curso sobre Medicina Tropical, um quadro muito amplo de enfermidades endêmicas ou não, parasitárias, bacterianas, virais, do sangue, provocadas por fungos, dermatoses e até aquelas provocadas por animais peçonhentos e neoplasias malignas de ocorrência nas regiões tropicais. O objetivo parece ser o de qualificar pessoas na área médica para atuarem junto às populações africanas e outras do mundo tropical, munindo-se de conhecimentos sobre as doenças realmente tropicais, associadas ao ambiente dos trópicos, e sobre aquelas que são produtos da pobreza e das más condições de vida.

### O controle da malária e de outras “doenças tropicais” transmitidas por vetores

Um fato relevante é que algumas doenças transmitidas por insetos vetores, dentre elas a malária, têm apresentado um recrudescimento no continente americano a partir da década de 80. A dengue vem se tornando uma ameaça às populações urbanas, principalmente pela gravidade do quadro na sua forma hemorrágica. Mello Jorge et al. (2001) mostram que a dengue apresentou, em 1990, 40.642 casos notificados no Brasil, com taxa de incidência de 28,2 por 100 mil habitantes; em 1998, foram 570.148 casos notificados, com taxa de incidência de 352,4 por 100 mil habitantes; a febre amarela apresentou, em 1980, 25 casos notificados; em 1990 foram apenas 2 casos e em 1998, 34 notificações.

A distribuição pretérita e atual da malária no mundo demonstra que a enfermidade, embora predominantemente tropical, grassou em muitas áreas da zona temperada. No presente, ocorre em proporção muito maior nos países chamados “tropicais”, mas que, coincidentemente, correspondem àqueles de economia dependente ou classificados como subdesenvolvidos ou “em desenvolvimento”, o que às vezes pode ser um eufemismo. A malária é, hoje, no Brasil, uma doença associada à ocupação de zonas pioneiras tropicais, onde o atendimento à saúde é deficiente. No entanto, a enfermidade também vem ocorrendo em alguns países europeus, sobretudo naqueles que recebem grandes levas de migrantes africanos ou asiáticos.

A Organização Mundial da Saúde – OMS – indica que a malária permanece como uma doença essencialmente tropical e subtropical, com prevalência nas regiões e países inseridos dentro dos trópicos úmidos. No passado, a doença teve caráter endêmico no sul da Europa, em Roma e na Grécia, no período histórico, e também na Sardenha, no século XIX (Berlinguer, 1993); nos Estados Unidos, a malária grassou nas terras do sul (Agudo, 1985) e no vale do rio Tennessee (Najera, 1989). É fato que o *optimum* ecológico para o vetor da enfermidade corresponde aos ambientes quentes e úmidos da zona intertropical; contudo, não se pode explicar a atual distribuição da doença e principalmente o seu ressurgimento apenas como um problema de ordem natural ou física.

## A influência do clima na ecologia de vetores em geral e dos anofelinos

Estudando-se a ecologia de vetores de muitas das doenças ditas “tropicais”, percebe-se que, de fato, as altas temperaturas, a umidade relativa do ar elevada, o tempo de duração da estação de verão ou das condições de calor e umidade, dentre outros fatores, favorecem a proliferação dos mosquitos.

Consoli e Oliveira (1994), tratando das condições que influem na oviposição de mosquitos, citam fatores físicos, químicos e biológicos, tais como: intensidade luminosa ou ausência de luz, o comprimento de onda da luz refletida, influenciando na coloração do criadouro em potencial, temperatura ótima (entre 24°C e 28°C, para a maioria dos mosquitos tropicais), grau de salinidade da água e presença de vegetais. Para os autores, a longevidade depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. Dentre estes últimos, os mais determinantes são a temperatura, a umidade e a disponibilidade de vegetais ricos em carboidratos (muitos vegetais tropicais são ricos em carboidratos) e a fotoperiodicidade. O desenvolvimento embrionário após a oviposição é influenciado principalmente pela temperatura e pela umidade. Na ausência de ambiente úmido, pode ocorrer a diapausa, que é a sobrevivência do ovo em ambiente seco por algum tempo, chegando a mais de um ano para o *Aedes aegypti*, mas a apenas alguns dias para outras espécies de mosquitos.

Assim, precipitações podem desencadear a eclosão de ovos de mosquitos em diapausa. Como as larvas vivem em ambiente líquido, embora respirando oxigênio do ar, a manutenção de coleções hídricas de pequena dimensão, como poças ou água acumulada em recipientes naturais ou não, depende da intensidade e regularidade das precipitações. Para algumas espécies, o sombreamento é favorável e para outras a insolação é necessária.

Considerando-se os mosquitos anofelinos, transmissores da malária, os que pertencem ao subgênero *Kerteszia* são de ocorrência mais comum na zona litorânea, associando-se ao ambiente costeiro da Mata Atlântica. Utilizam-se, para a reprodução, de criadouros do tipo “recipiente natural”, constituídos por pequenas acumulações de água existentes entre as folhas de bromélias e nos internódios de bambus (*Anopheles bambusicolus*) ou, então, de recipientes artificiais como vasos, conforme descrito por Luz et al. (1987), em Paranaguá. São responsáveis pela transmissão da “bromélio-malária”, presente em algumas localidades do litoral do Paraná e principalmente no litoral do estado de Santa Catarina, no sul do Brasil (Silva, 1987).

No interior do Brasil e particularmente nas áreas de alta endemicidade da Amazônia, a transmissão da malária associa-se principalmente aos anofelinos do subgênero *Nyssorhynchus*. Suas larvas e pupas desenvolvem-se preferencialmente em coleções hídricas de grande porte, como rios, lagos e represas, e eventualmente em pequenas acumulações de água, representadas por poças ou depressões no solo. As espécies que ocorrem no Brasil são eurigâmicas, isto é, o acasalamento se dá mediante a formação de enxames, que se criam em função de um conjunto de condições físicas e biológicas adequadas, tais como: o estado fisiológico do mosquito, a intensidade luminosa, a presença de pontos de referência como postes ou arbustos, a presença de correntes de ar, dentre outras (Consoli e Oliveira, 1994). Porém, esses autores destacam que os ventos muito intensos aumentam os movimentos das águas, impedindo a procriação dos mosquitos.

O *Anopheles darlingi*, o vetor da malária mais comum no Brasil é geralmente encontrado em áreas de baixa altitude, com temperaturas entre 24°C e 28°C; Freire e Faria, 1942 (apud Rachou, 1958), afirmam que o exemplar adulto não suporta temperatura inferior a 25°C; prolifera em grandes coleções hídricas, tais como rios (bolsões formados nas curvas, de pouca correnteza), lagos e lagoas naturais, açudes e reservatórios de água, próximas a formações rochosas. Prefere águas de caráter permanente e relativamente profundas, sendo pouco afeito à procriação em poças d'água temporárias, valas e depressões do terreno, exceto no período de chuvas mais intensas, quando estes locais podem acumular maior quantidade de líquido e por tempo mais prolongado.

Tadei et al. (1988) constataram, em Ariquemes, que formações vegetais contínuas – matas e alamedas de árvores –, que se estendem desde os criadouros naturais, nos igarapés da periferia da cidade, até as zonas urbanizadas, funcionam como abrigo e “ponte” natural para a migração de fêmeas de anofelinos até os bairros mais centrais. Outras condições que favorecem a migração do inseto alado até a zona urbana são: ventos de intensidade moderada, soprando em direção ao aglomerado antrópico, temperatura do ar e umidade relativa elevadas e estáveis. O autor citado observa que o raio de vôo do *An. darlingi* é de aproximadamente 2.000 metros, chegando a 5.000 metros a favor do vento.

Em todos os exemplos acima, as condições de temperatura, umidade, precipitação, evaporação e de intensidade do vento influenciam na reprodução e na sobrevivência dos insetos.

Quanto ao ciclo hematofágico nictemeral – que regula a frequência diária e o horário dos repastos sanguíneos das fêmeas em fase de oviposição –, Consoli e Oliveira (1994) e Forattini (1987) observam que o *An. darlingi* apresenta uma grande variação de hábitos, conforme a estação climática e a região em que vive, sendo mais ativos na estação quente.

A longevidade do inseto adulto depende de condições climáticas ideais, principalmente quanto à temperatura e à umidade. O *optimum* de temperatura atmosférica está entre 25°C e 27°C; a umidade deve ser, em condições naturais, de 70 a 80%; Buralli e Bergo (1988) estabeleceram como valor mínimo necessário de umidade relativa do ar, para a manutenção de *An. darlingi* em criadouros artificiais, a taxa de 70%; abaixo disso, a mortalidade é muito grande. Os autores comentam, ainda, que temperaturas superiores a 30°C costumam ser acompanhadas de uma redução da umidade relativa do ar, que desce a valores inferiores a 70%, comprometendo a sobrevivência da espécie.

Forattini (1987) observa que a população de *An. darlingi* atinge a maior densidade nos meses quentes e úmidos de dezembro a abril, com pico em março (no estado de São Paulo), com sensível diminuição nos meses frios e secos de julho e agosto. O período de transição correspondente ao final da estação úmida parece ser aquele mais favorável à proliferação da espécie, isso porque as grandes inundações e enxurradas deixam de atingir os criadouros, que permanecem com águas mais calmas e sem possibilidade de haver arraste das formas imaturas do mosquito. Consolim e Galvão (1973) observaram que, nas noites frias e nos períodos de influência da massa polar, os anofelinos alados tornam-se escassos, além de apresentarem um período de atividade quase limitado ao crepúsculo vespertino.

## Impactos ambientais regionais e globais e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu

O surto de malária iniciado em 1987/88, cerca de cinco anos após o preenchimento do reservatório de Itaipu, em uma área que, até então, nunca havia apresentado casos autóctones da doença e onde o *Anopheles darlingi* ocorria de forma muito discreta, confirma a hipótese de que a formação do lago favoreceu o desenvolvimento de criadouros, aumentando significativamente a população de anofelinos na região (Ferreira, 1995). Portanto, a formação do reservatório é a causa *imediata* (Forattini, 1992) do surto de malária, isto é, aquela que cria o meio adequado para que a causa *imediata* possa atuar; a causa *imediata* é a presença do *Anopheles darlingi* que, embora já ocorresse de forma muito discreta na área antes da formação do lago, proliferou nos remansos criados ao longo do reservatório, possivelmente beneficiando-se, também, de alterações nas correntes de vento e quanto à umidade relativa do ar, decorrentes da formação do espelho d' água (Ferreira, 1995; Ferreira; Lombardo, 2000). Um outro fator importante para a ocorrência desse surto foi o intercâmbio migratório com as regiões Norte e Centro-Oeste, uma vez que muitos moradores do Paraná foram para essas regiões nas décadas de 70 e 80, para explorar garimpos.

A barragem da usina hidrelétrica de Itaipu represou todo o curso do médio rio Paraná, desde o desaparecido salto de Sete Quedas em Guaíra, ao norte, até Foz do Iguaçu, ao sul. Com o preenchimento do reservatório de Itaipu, os baixos cursos dos rios locais foram afogados, desapareceram as corredeiras e cachoeiras, e as águas mansas que cobriram essas áreas – hoje reentrâncias e braços secundários do corpo principal do reservatório – passaram a apresentar condições adequadas à sobrevivência das larvas de anofelinos. A densidade desses insetos era muito maior no alto curso do rio Paraná, região de águas mansas, rios com características anastomosadas, várzeas de inundação e lagoas marginais.

Além das modificações no quadro hídrico e, mesmo como decorrentes dessas alterações, ocorreram sutis alterações em alguns aspectos do clima local. Grimm (1988) e Ferreira (1995) apontaram para uma redução das amplitudes térmicas anuais, sobretudo quanto às mínimas absolutas, que passaram a apresentar valores mais altos, favorecendo a sobrevivência do mosquito no período hibernal. Ressalte-se, porém, que as mudanças climáticas acima enumeradas vêm sendo observadas por um período ainda muito curto para que se conclua que sejam permanentes e não apenas circunstanciais; neste sentido, observa-se que o inverno de 1989 – ano em que o surto de malária atingiu o seu pico – apresentou temperaturas relativamente elevadas para o período em quase todo o Sul do Brasil. Também é preciso considerar a ação do El Niño no decorrer da década de 90, responsável pela persistência de invernos quentes.

Após a formação do espelho d' água, passou a ocorrer a formação de neblinas sobre o reservatório e nas suas imediações, tornando o ambiente mais propício à sobrevivência do *Anopheles darlingi*, através da manutenção de taxas de umidade relativa do ar mais elevadas, sobretudo no período seco de inverno. As correntes locais de vento, geradas pelas diferenças de temperatura e pressão entre a massa líquida e o solo, não favorecem a dispersão do inseto alado, pois, no horário em que o mesmo está ativo – crepuscular e noturno –, sopram brisas no sentido terra-água, reduzindo a capacidade de vôo do vetor em direção às zonas habitadas;

mas a intensificação dos ventos do quadrante norte sobre a superfície do lago e a redução das calmarias direciona o vôo dos mosquitos preferencialmente na direção das zonas habitadas dos municípios de Foz do Iguaçu e Santa Terezinha do Itaipu, situados ao sul e sudeste do reservatório e a sotavento do mesmo.

Também se observa o possível efeito da atenuação dos valores extremos de temperatura mínima após a formação do lago e do aumento da umidade relativa do ar junto ao reservatório, à noite, permitindo a sobrevivência do anofelino na estação mais fria e prolongando o seu período de reprodução.

Quanto à variação sazonal, Consolim (1974a, 1974b) e Consolim e Galvão (1973), afirmam que havia um aumento no número de exemplares de *An. Darlingi* na região do alto rio Paraná por ocasião das grandes cheias do rio e pelo conseqüente transbordamento das águas e inundação das várzeas, multiplicando o número de criadouros possíveis. Os autores demonstram a relação entre as cheias do rio Paraná, nos meses de janeiro a março, e uma nítida proliferação dos anofelinos, por volta dos meses de março e abril, quando começavam a baixar as águas do rio principal e as lagoas de várzea isolavam-se da corrente uviaal, criando as condições mais favoráveis para os criadouros de larvas de mosquitos do gênero *Anopheles*.

Considerando-se a situação pretérita, com relação à frequência mensal de anofelinos, Consolim e Galvão (1973) apresentam os seguintes dados, expressando a situação anterior à formação do reservatório (1966-1969): o *An. darlingi* apresentou presença muito discreta, nos meses de março e abril, correspondendo ao final do período chuvoso de verão, quando a umidade relativa costuma ser bastante elevada (superior a 80%) e de pouca oscilação, pois a entrada da estação de outono implica em máximas de temperatura menos elevadas, impedindo a queda da umidade relativa do ar a valores inferiores à taxa de 70%, crítica para a espécie. Esse mosquito também mostrava uma ocorrência discreta, maior entre os meses de fevereiro e abril. A espécie apresentava, porém, altas densidades no alto rio Paraná, com picos registrados nos meses de março e maio.

Embora o *An. darlingi* continue tendo ocorrência relativa pequena, considerando-se o conjunto dos anofelinos presentes na área, a proliferação do vetor da malária após a formação do reservatório de Itaipu fica evidente através de capturas sistemáticas de insetos alados efetuadas pela Fundação Nacional de Saúde – FNS – após o fechamento das comportas da usina hidrelétrica, em 1982. Os mosquitos dessa espécie tiveram um aumento populacional discreto a partir de 1985, acentuando-se em 1986 e crescendo ainda mais em 1987 e 1988; no mês de fevereiro de 1989 a espécie atingiu frequência bastante elevada, correspondendo, também, ao período de maior intensidade do surto de malária na região. As medidas de controle desenvolvidas no segundo semestre de 1989 (Consolim et al., 1991), a par da chegada da estação fria, em junho, foram responsáveis pelo arrefecimento do processo até o final do ano.

Ainda de importância epidemiológica na região é a presença do *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762, transmissor da febre amarela e da dengue, encontrado na cidade de Foz do Iguaçu desde 1981 e objeto de campanha de controle pela FNS.

Depreende-se do exposto, que os insetos vetores da malária e da dengue, apenas para exemplificar, beneficiam-se com a elevação das temperaturas, cujo *optimum* situa-se entre 25°C e 27°C; outros fatores favoráveis à proliferação desses vetores são as precipitações, responsáveis pela criação ou manutenção das coleções hídricas utilizadas como criadouros, a permanência de altos índices de umidade relativa do ar (superior a 70%), que pode ser por si

só um fator limitante à sobrevivência dos mosquitos e a intensidade e direção dos ventos, que auxiliam na mobilidade do insetos adultos. A sazonalidade também é importante, observando-se que, na região, a permanência da temperatura em valores acima de 25°C são típicas da estação quente de verão, o que faz com que os vetores atuem exclusivamente ou com maior intensidade nessa época do ano.

Se for considerada a possibilidade de que o efeito estufa esteja elevando globalmente as temperaturas, pode-se esperar que os vetores da malária, da dengue e de outras “doenças tropicais” ampliem sua área de atuação no Brasil e na América do Sul, tanto no sentido de atingir latitudes mais meridionais como de galgar os planaltos, alcançando áreas de maior altitude, principalmente no oeste do estado do Paraná, Brasil meridional, onde está restrito às altitudes inferiores a 300 metros (Ferreira, 1995). A ação do El Niño também deve ser considerada. Porém, a aridização climática in uiria no sentido oposto, pelo menos quanto ao vetor da malária, que exige a manutenção da umidade relativa do ar em valores acima de 70%.

A malária apresenta, na área de in uência de Itaipu, um caráter endêmico instável de baixa transmissividade, mas com pressão de população constante. A classificação como área endêmica instável deve-se à ocorrência muito discreta ou inexistente, em alguns anos, de casos de origem autóctone. Consideraram-se como autóctones, no âmbito deste estudo, os casos assim classificados pela FNS, que envolveram indivíduos residentes e sediados no Paraná o tempo suficiente para que se pudesse concluir sobre a impossibilidade de haverem contraído a enfermidade fora da região em que habitavam. O caráter instável se deve à ocorrência de surtos esporádicos de malária no estado do Paraná, nos períodos de 1976/1978 e 1988/1990. A transmissividade é baixa desde que, a par de um contingente populacional potencialmente transmissor pequeno, também a população do vetor – o *Anopheles darlingi* – seja pouco expressiva, além de apresentar um período de reprodução ativa curto, basicamente restrito à estação estival.

As localidades atingidas pelo surto de malária acima citado situavam-se, na sua maior parte, a distâncias em torno de 10.000 metros do reservatório de Itaipu. A despeito do surto de malária ter-se iniciado junto ao reservatório de Itaipu, no qual se formaram os primeiros criadouros, a disseminação do vetor na área de in uência do lago, a montante da con uência da hidrografia local com a represa, é patente, ocupando o inseto nichos ecológicos favoráveis ao longo dos rios tributários do reservatório. Um outro fator físico do ambiente de relevância, quanto à ocorrência do vetor, é aquele representado pelos níveis locais de altitude. Há referências, na região, à presença do vetor da malária restrita às altitudes inferiores à cota de 300 metros. A limitação é sobretudo de ordem climática, devida à presença de temperaturas mínimas mais baixas nas zonas de maior altitude. Dos 93 locais que apresentaram casos de malária, no surto estudado, três deles situavam-se acima dessa cota: Missal, Linha Caçador e Serrinha. Houve predominância de localidades situadas nos níveis altimétricos mais baixos, como é o caso dos intervalos entre as cotas 220-260 metros, na porção sul da área de in uência, e entre 220-280, na porção central e norte da área de estudo.

A par desses dois aspectos físicos do ambiente – distância dos corpos d’água e altitude – consideram-se, entre os fatores de risco, as condições climáticas sazonais responsáveis pelo recrudescimento dos casos de malária, na região. O período quente e úmido que se estende de novembro a março favorece a proliferação e a sobrevivência do *Anopheles darlingi* na área de in uência do reservatório de Itaipu. No entanto, a possível alteração nos valores extremos

de temperatura mínima, que parece ter sofrido uma elevação geral, após a formação do lago também pode favorecer a sobrevivência do anofelino na estação fria, prolongando o seu período de procriação.

Esses dados permitem que se estabeleça uma correlação entre o clima e a saúde coletiva. As alterações climáticas locais, regionais e globais podem influir decisivamente na proliferação de vetores, ampliando a área de risco de ocorrência de enfermidades de baixa endemicidade na direção das altas latitudes e também de altitudes maiores, no Brasil meridional e na América do Sul, afetando, por exemplo, a região de Misiones, na Argentina, vulnerável à ocorrência da malária. A questão, porém, é complexa, pois uma possível aridização climática reduziria o risco da ação de vetores próprios dos trópicos úmidos.

## Outros campos de estudo na relação entre o clima e a saúde

Até agora, levantou-se a importância dos fatores climáticos na ocorrência de doenças transmitidas por vetores referindo-se às altas temperaturas e à umidade elevada. Porém, o clima influencia sobre a saúde humana de forma muito mais ampla. Citar-se-á, aqui, apenas alguns exemplos:

- a) bem-estar humano, que depende do conforto térmico através da relação temperatura/umidade relativa, incluindo aspectos de ventilação, de pressão atmosférica e de período diário de insolação. As baixas pressões de estados pré-frontais relacionados a massas polares de alta pressão podem causar desconforto, cansaço ou irritabilidade. A depressão e o suicídio pode estar relacionado, nos países de altas latitudes, como a Suécia, ao curto período de insolação na estação de inverno. Em contrapartida, a chegada da primavera nos países de clima temperado costuma ser motivo de alegria. O mal das alturas, devido à diminuição do teor de oxigênio do ar, bem como às alterações na pressão do ar, causam desequilíbrios orgânicos. A bioclimatologia é um campo muito rico para pesquisas;
- b) agravamento sazonal de quadros de morbidade ou de mortalidade, sendo exemplos o aumento de ocorrências de infecções respiratórias agudas e da pneumonia, sobretudo entre crianças e idosos, no inverno; Mello Jorge et al. (2001), embora não correlacionem com as causas climáticas, indicam que 34,3% das internações de menores de um ano, no Brasil, em 1999, deveram-se a problemas do aparelho respiratório; entre crianças na faixa de um a quatro anos, as doenças respiratórias ocuparam o primeiro posto em mortalidade, somando 22,8% dos casos. Outras doenças de ocorrência sazonal são alguns tipos de meningite, mais comuns no inverno, e viroses, que ocorrem freqüentemente nas mudanças de estação (entrada de primavera ou de outono), associadas à instabilidade climática gerada pela passagem dos sistemas frontais na linha do Trópico de Capricórnio, afetando localidades do Sul e do Sudeste do Brasil;
- c) agravamento de doenças relacionadas a atmosferas poluídas e ambientes insalubres, sendo exemplos as afeções do aparelho respiratório de origem alérgica, estudadas por Sobral (1988), dentre outros; também a transmissão de agentes infecciosos do

aparelho respiratório através dos dutos dos sistemas de ar condicionado levam a repensar a arquitetura dos edifícios, priorizando a ventilação natural;

- d) alterações comportamentais devidas ao uso/abuso do álcool (Mingardi, 1996) e à permanência na rua por um longo período, na estação de verão (Mendonça, 2001), associados às altas temperaturas.

Estas e outras relações entre o clima a saúde da população representam um terreno no qual ainda há muito a ser pesquisado, no sentido de se desenvolver uma climatologia aplicada, voltada para a melhoria das condições de vida da população.

## Bibliografia

- AGUDELO, S. F. Os processos socioeconômicos na transmissão e no controle da malária. *Rev. Bras. de Malariologia e Doenças Tropicais*, Brasília, v. 37, p. 19-27, 1985. Suplemento – IV.
- BERLINGUER, G. *Questões de vida (ética, ciência, saúde)*. São Paulo: Hucitec, 1993.
- BRICEÑO-LEÓN, R. DIAS, J. C. P. (orgs.). *Las enfermedades tropicales en la sociedad contemporánea*. Caracas: Fondo Editorial Acta Científica Venezolana/Consortio de Ediciones Capriles, 1993.
- BURALLI, G. M. BERGO, E. S. Manutenção de colônia de “Anopheles darlingi” Root, 1926, em laboratório (1). *Rev. Inst. Medicina Tropical de São Paulo*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 157-164, 1988.
- CASTILLO-SALGADO, C. Epidemiological risk stratification of malaria in the Americas. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, n. 87, p. 115-120, 1992. Suplemento III.
- CONSOLI, R. A. G. B. OLIVEIRA, R. L. de. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz (Manguinhos), 1994.
- CONSOLIM, J. Sobre os anofelinos do rio Paraná: II. Comportamento do inseto em relação ao homem e à habitação. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 24-29, 1974a.
- CONSOLIM, J. Sobre os anofelinos do rio Paraná: III. Comportamento do “Anopheles rondoni”. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 113-114, 1974b.
- CONSOLIM, J. GALVÃO, J. T. Sobre os anofelinos do rio Paraná: I. Densidade e regime do rio. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 174-179, 1973.
- FERREIRA, M. E. M. C. *Ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu – margem esquerda – Paraná, Brasil: um estudo de geografia médica*. São Paulo: USP – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Departamento de Geografia, 1995. (Tese, Doutorado), exemplar datilografado.
- FERREIRA, M. E. M. C. LOMBARDO, M. Adelaide. A variabilidade climática e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu – Paraná, Brasil. In: SANT’ ANNA NETO, João Lima. ZAVATINI, João Afonso (Orgs.). *Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas*. Maringá: Eduem, 2000.
- FORATTINI, O. P. Comportamento exófilo de “Anopheles darlingi” Root, em região meridional do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 291-303, 1987.

- FORATTINI, O. P. *Ecologia, epidemiologia e sociedade*. São Paulo: Artes Médicas, 1992.
- GODINHO, V. Geografia médica e climatologia do Estado de São Paulo. *Rev. Médica*, São Paulo, v. 13, n. 2-3, 1910.
- GRIMM, A. M. Verificações de variações climáticas no Lago de Itaipu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5., 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 1988.
- GUIDON, M. A. de O. *Estudo das variações climáticas na área do Lago de Tucuruí*. São Paulo: USP – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Departamento de Geografia, 1991. 2 v., 539 p. (Dissertação, Mestrado), exemplar datilografado.
- IÑIGUEZ ROJAS, L. Geografía y salud. Temas y perspectivas en América Latina. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 701-711, out./dez., 1998.
- LACAZ, C. da S. BARUZZI, R. G. SIQUEIRA JUNIOR, W. *Introdução à geografia médica do Brasil*. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
- LÓPEZ-ANTUAÑO, F. J. Epidemiology and control of malaria and other arthropod born diseases. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, n. 87, p. 105-114, 1992. Suplemento III.
- LUZ, E. et al. Larvas de “Anopheles” (subgênero “Kerteszia”) Theobald, 1905 encontradas em criadouros artificiais, no Estado do Paraná, Brasil. *Rev. Saúde Públ.*, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 466-468, 1987.
- MELLO JORGE, M. H. P. de. GOTLIEB, S. L. D. LAURENTI, R. *A saúde no Brasil: análise do período 1996 a 1999*. Brasília: Org. Panamericana de Saúde – Opas, 2001.
- MENDONÇA, F. Ambiente e saúde: retomando estudos da geografia da saúde a partir da correlação entre o clima e a violência urbana no Brasil. In: ENCUENTRO DE GEOGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 8., 2001, Santiago. *Anais...* Santiago de Chile: Universidade de Chile, 2001.
- MINGARDI, G. et al. *A violência urbana na zona sul de São Paulo: um estudo sobre homicídio e a geografia do clima na região urbana*. São Paulo, 1996.
- NAJERA, J. A. Malaria and the work of WHO. *Bulletin of the World Health Organization (The Scientific Journal of WHO)*, Genebra, v. 67, n. 3, p. 229-243, 1989.
- RACHOU, R. G. Anofelinos no Brasil: comportamento das espécies vetoras de malária. *Rev. Bras. de Malariologia e Doenças Tropicais*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 145-181, 1958.
- SILVA, A. M. da. *Malária no Estado de Santa Catarina, no período de janeiro/70 a junho/87*. Aspectos epidemiológicos. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, Departamento de Epidemiologia, 1987. 80 p. e anexos. (Dissertação, Mestrado), exemplar datilografado.
- SOBRAL, H. R. *Poluição do ar e doenças respiratórias em crianças da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica*. São Paulo: Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP, 1988. 168 p. (Tese, Doutorado), exemplar mimeografado.
- TADEI, W. P. et al. Biologia de anofelinos amazônicos. XII. Ocorrência de espécies de Anopheles, dinâmica da transmissão e controle da malária na zona urbana de Ariquemes (Rondônia). *Rev. Inst. Med. Trop. de São Paulo*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 221-251, 1988.
- TUNDISI, J. G. Ecologia, limnologia e aspectos socioeconômicos da construção de

- hidrelétricas nos trópicos. In: BRITO, Sérgio de Salvo (ed.). *Desafio amazônico: o futuro da civilização dos trópicos*. Brasília: Editora Universidade de Brasília; CNPq, 1990.
- VERA-VASSALLO, A. Saúde e desenvolvimento na América Latina. *Supl. Rev. Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, Brasília, v. 37, p. 19-27, 1985.
- WHO (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS). WHO News and activities. World malaria situation 1988. *Bulletin of the World Health Organization*, Genebra, v. 68, n. 5, p. 667-670, 1990.

#### RESUMEN

Las “enfermedades tropicales” están condicionadas por determinados niveles de temperatura y humedad, responsables por la proliferación de los insectos. Ese concepto incluye también aspectos socioeconómicos derivados de las condiciones del subdesarrollo. Algunas enfermedades transmitidas por insectos, como la malaria, están aumentando en el continente americano desde 1980. La epidemia de 1989, en Paraná occidental, ocurrió cinco años después de la formación del lago de Itaipú. Antes de eso el área no presentó casos autóctonos de malaria y el *Anopheles darlingi* aparecía de un manera discreta. El lago favoreció el desarrollo de criaderos, aumentando la población del insecto. Las alteraciones climáticas locales, tales como el aumento del nivel de humedad y temperatura, con la reducción de los extremos de temperatura y la intensificación de los vientos del norte, aumentaron el área de ocurrencia de la malaria hacia las latitudes altas del sur de Brasil y norte de Argentina.

#### PALABRAS-CLAVE

Geografía de la salud – enfermedades tropicales – malaria – alteraciones climáticas – clima y salud.

#### ABSTRACT

“Tropical diseases” are related to temperature and humidity conditions, responsible for insect proliferation. The concept includes, also, current social-economic aspects of underdevelopment conditions. Some diseases transmitted by insects, among them malaria, are increasing in the South-American continent, since 1980. The malaria outbreak of 1989, in Western Paraná, occurred five years after the completion of Itaipu reservoir. Before that, the area did not present autochthonous cases of malaria and *Anopheles darlingi* occurred in a discreet way. The lake favored the development of nurseries, increasing the insect population. Local climatic alterations as the increase of the humidity taxes and average temperatures, with reduction in the extremes of temperature and intensification of North winds, enlarges the risky area of malaria occurrence toward high latitudes in Southern Brazil and Northern Argentina.

#### KEY WORDS

Geography of health – tropical diseases – malaria – climatic alterations – climate and health.

---

Recebido para publicação em 6 de dezembro de 2002.