

Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humanas

PATRÍCIA ABRANTES
HENRIQUE SILVEIRA

O clima da Terra não é constante e a sua variação natural obedece a ciclos relativamente bem definidos. O aumento anormal da temperatura que tem sido observado recentemente tem excedido largamente as variações climáticas naturais dos últimos 1000 anos. Segundo os estudos mais recentes, a origem do aquecimento global tem estado associada ao aumento da emissão de gases com efeito de estufa resultantes da actividade antropogénica.

Para a Europa, estima-se que os principais impactes das alterações no sistema climático global sejam a continuação do aumento da temperatura, o aumento do nível do mar e o aumento da intensidade e frequência de fenómenos meteorológicos extremos, tais como tempestades, ondas de calor, cheias e secas.

A compreensão dos principais impactes das alterações climáticas nos diversos sectores da sociedade, a médio e longo prazo, é fundamental para o desenvolvimento de medidas

de adaptação que permitam ao Homem precaver-se e minimizar esses impactes.

Dada a importância do tema para o sector da saúde humana, o presente trabalho teve como principal objectivo fazer uma revisão da literatura científica, com vista a determinar quais os impactes da mudança global do clima nas doenças parasitárias humanas na Europa.

Ao nível da saúde, estima-se que os principais impactes resultem do aumento da ocorrência de fenómenos extremos com consequências na taxa da mortalidade, do aumento da poluição atmosférica e conseqüente aumento de doenças cardio-respiratórias e do aumento da incidência de doenças infecciosas, principalmente de doenças transmitidas pela água e por vectores. O presente trabalho concentrou-se nestas duas últimas, analisando em particular as doenças parasitárias que se estima que venham a sofrer um impacte climático mais significativo: Criptosporidiose, Malária e Leishmaniose.

Na sequência de episódios de pluviosidade intensa e de cheias prevê-se que o risco de doenças transmitidas pela água aumente, principalmente por surtos de Criptosporidiose. Na Europa, no entanto, as boas condições de saneamento básico e de abastecimento público actuais indicam que este risco se mantenha reduzido.

Estima-se, igualmente, que o risco de doenças transmitidas por vectores venha a aumentar na sequência quer da alteração da distribuição geográfica dos vectores, quer da extensão do período de época de transmissão. As maiores preocupações para a Europa estão focadas na potencial reintrodução de Malária na Europa de Leste, na introdução do vector do Dengue no Sul da Europa, nomeadamente em Portugal, no aumento do risco de infecções por

□

Patrícia Abrantes é doutorada em Ciências Biomédicas, especialidade de Parasitologia pela Universidade Nova de Lisboa. Actualmente, é bolsista de pós-doutoramento no Instituto de Medicina Molecular, Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. Henrique Silveira é professor agregado no Instituto de Higiene e Medicina Tropical da Universidade Nova de Lisboa e membro do Laboratório associado Centro de Malária e Outras Doenças Tropicais.

Submetido à apreciação: 24 de Julho de 2008
Aceite para publicação: 03 de Outubro de 2008

Leishmania e no aumento do risco de infecções transmitidas por carrças, como a Encefalite e Doença de Lyme.

A Malária, pela sua história de endemismo recente na Europa e pela sua reintrodução em alguns países da Europa de Leste, tem sido motivo de preocupação. Com as alterações climáticas, estima-se que aumente o risco de transmissão de Malária na Europa de Leste e os casos de Malária de «aeroporto» na Europa Ocidental.

A Leishmaniose Visceral, por ser endémica em alguns países da bacia mediterrânica, e face ao aumento da temperatura global, corre o risco de vir a estender os limites actuais da distribuição do vector e da doença para o Norte da Europa. Para além destes factores, a situação pode ser agravada pelo facto da Leishmaniose ser uma infecção oportunista importante em doentes infectados pelo VIH.

Relativamente ao impacte das alterações climáticas nas doenças parasitárias em Portugal, a literatura existente aponta para que, nos casos em que as doenças são endémicas, o principal factor de risco seja a temperatura e, para aquelas que não o são, seja a introdução de vectores infectados. O risco actual de ocorrer transmissão de Malária em Portugal é muito baixo, estimando-se que no futuro, a não ser que haja introdução focal de vectores infectados, o risco se mantenha baixo. No caso da Leishmaniose, o risco actual de ocorrer transmissão em Portugal é médio, prevendo-se, no futuro, que se torne elevado devido ao aumento do número de dias com condições favoráveis à sobrevivência dos seus vectores e à possível expansão da distribuição geográfica dos mesmos no país.

Apesar dos avanços conseguidos com o protocolo de Quioto, em termos de redução das emissões de gases com efeito de estufa este será pouco eficaz em evitar o aumento da temperatura nos próximos 50 anos, e como tal, torna-se crucial que as populações procurem adaptar-se a fim de minimizar os efeitos negativos que daí possam advir para a saúde e sociedade.

Palavras-chave: alterações climáticas; Europa; saúde; doenças parasitárias; Malária; Leishmaniose; Criptosporidiose.

Introdução

A compreensão dos principais impactes das alterações climáticas na saúde humana a médio e longo prazo é fundamental para o desenvolvimento de medidas de adaptação que permitam ao Homem prevenir-se e minimizar esses impactes.

Neste sentido, no presente trabalho pretendeu-se fazer uma revisão da literatura científica, com vista a determinar quais os impactes nas doenças parasitárias humanas na Europa resultantes da mudança global do clima. Tendo em conta o vasto número de doenças parasitárias, a presente revisão incidirá naquelas cujo impacte das alterações climáticas se estima que venha a ser mais significativo.

1. Alterações climáticas

Desde sempre a Terra tem estado sujeita a variações climáticas que se manifestam em ciclos relativamente definidos, variando entre períodos glaciares frios e períodos interglaciares relativamente quentes. A origem destas variações tem sido associada a causas naturais, como pequenas variações na órbita da Terra em torno do Sol, variações na posição do eixo de rotação da Terra, flutuações na actividade solar e períodos de maior actividade vulcânica (Santos e Miranda, 2006).

No entanto, nos últimos 100 anos, tem-se verificado um aumento anormal da temperatura, tanto no valor como na rapidez com que este tem ocorrido, excedendo largamente as variações climáticas naturais dos últimos 1000 anos.

Segundo a definição do *Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas* (IPCC), entendem-se por alterações climáticas (AC) qualquer alteração do clima ao longo do tempo, quer seja devido a variabilidade natural ou como resultado da actividade humana (Solomon *et al.*, 2007). De acordo com este relatório, a origem do aquecimento global observado a partir da segunda metade do século xx tem estado associada à intensificação do efeito de estufa. Esta intensificação tem por base o aumento da emissão de gases com efeito de estufa resultante da actividade antropogénica.

Com a revolução industrial, a concentração atmosférica de gases com efeito de estufa (GEE) aumentou acentuadamente. Gases como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) são alguns dos GEE cuja concentração mais tem aumentado ao longo dos anos. Segundo dados do IPCC (2007a), a concentração global de dióxido de carbono aumentou de um valor pré-industrial de 280 ppm (partes por milhão) para 379 ppm em 2005, devendo-se este aumento principalmente à queima de combustíveis fósseis — carvão, petróleo e gás natural — e outras alterações no uso dos solos, como a deflorestação. O aumento global da concentração de metano e óxido nitroso ocorreu principalmente devido à agricultura, registando-se para o metano uma concentração atmosférica em 2005 que excede de longe a variação natural dos últimos 650 000 anos (Solomon *et al.*, 2007).

Como consequência da intensificação do efeito de estufa, as diferentes variáveis climáticas são afectadas, sendo projectadas várias alterações no sistema climático global. Para 2100, projecta-se um aumento da temperatura média global entre os 1,4°C e 5,8°C relativamente à média de 1961 e 1990, aumento este que será mais acentuado nas regiões continentais do que nos oceanos, perturbando o actual regime de

monções e as chuvas que lhe estão associadas. Projecta-se ainda o aumento do nível médio do mar e o aumento da frequência de fenómenos extremos, como ondas de calor ou de frio, episódios de precipitação muito intensa e secas mais frequentes e severas, assim como ciclones tropicais mais intensos (Santos e Miranda, 2006).

Como têm sido verificadas nas últimas décadas, algumas dessas tendências são já evidentes, sendo inequívoco o actual aumento das temperaturas médias globais do ar e do oceano, a ampla distribuição global do degelo e o aumento do nível médio do mar por meio da expansão térmica das camadas superficiais do oceano e da fusão dos gelos das regiões montanhosas (Solomon *et al.*, 2007).

Dado que as AC de origem antropogénica foram inevitáveis no século xx e que os seus impactes sobre os sistemas naturais e sociais serão na maior parte dos casos negativos, torna-se urgente elaborar e pôr em prática respostas adequadas que minimizem esses efeitos. Essas respostas terão de passar inevitavelmente pela mitigação das emissões actuais e futuras de GEE e por medidas de adaptação que minimizem os impactes negativos das AC.

2. Alterações climáticas na Europa

Face a modelos matemáticos que simulam o sistema climático terrestre, incluindo a atmosfera e os oceanos, tendo por base as interacções existentes entre os diversos processos físicos, químicos e biológicos que determinam o clima, prevê-se que quase todas as regiões da Europa sejam afectadas pelas AC, sendo previsível que os impactes negativos sejam superiores aos positivos e que, duma maneira geral, se traduzam em diferenças regionais mais acentuadas.

Como principais impactes negativos, é expectável a continuação do aumento da temperatura, o aumento do risco de cheias rápidas e de inundação da costa, o aumento de erosão provocado por tempestades e aumento do nível do mar, o retrocesso dos glaciares nas regiões montanhosas, bem como a redução da área coberta por neve e a associada diminuição do turismo de Inverno (Parry *et al.*, 2007). Relativamente aos ecossistemas terrestres e à sua biodiversidade, espera-se que haja, em geral, um deslocamento dos ecossistemas para Norte e para maiores altitudes e uma perda de biodiversidade mais acentuada no Sul do que no Norte da Europa, o que resultará muito provavelmente numa diminuição da capacidade de migração e adaptação dos ecossistemas às AC (Santos e Miranda, 2006).

No Sul da Europa, prevê-se que as AC tornem as condições adversas (temperaturas altas e seca) mais

rigorosas, que haja diminuição da quantidade de água disponível, de energia hídrica e do turismo de Verão, bem como o aumento de risco da degradação das condições de saúde devido a ondas de calor e ao aumento da frequência de incêndios (Parry *et al.*, 2007).

Para a Europa Central e de Leste, está associada a diminuição da pluviosidade de Verão, causando maior *stress* hídrico, o aumento de risco da degradação das condições de saúde devido a ondas de calor, diminuição da produtividade florestal e o risco de aumento da frequência de incêndios das culturas (Parry *et al.*, 2007).

No Norte da Europa, prevê-se, numa primeira fase, que os impactes sejam positivos, com a necessidade de gastar menos energia em aquecimento, com o aumento da produtividade das colheitas e com o crescimento florestal. No entanto, à medida que as AC se intensificarem, prevê-se que os impactes negativos se sobreponham aos positivos, traduzindo-se em cheias de Inverno mais frequentes, ecossistemas em perigo e o aumento da instabilidade do solo (Parry *et al.*, 2007).

3. Impacte das alterações climáticas na saúde

As alterações no clima global influenciam o funcionamento de muitos ecossistemas e das suas espécies, como tal, é expectável que as AC ao longo das próximas décadas venham a ter consequências na saúde das populações humanas.

Apesar de ser considerada uma prioridade para a investigação e para a elaboração de medidas de acção do século xxi, ainda se sabe muito pouco sobre o potencial impacte das AC na saúde humana.

Do que se sabe, prevê-se que, embora alguns desses impactes sejam positivos, como a diminuição da mortalidade associada a invernos menos rigorosos (Langford e Bentham, 1995; Martens, 1997), os impactes negativos venham a exceder os positivos (McMichael e Githeko, 2001).

Os principais impactes das AC na saúde resultam da ocorrência de fenómenos extremos, como ondas de calor, cheias e secas, da poluição atmosférica e da incidência de doenças infecciosas (Parry *et al.*, 2007).

Estima-se que a ocorrência de fenómenos extremos se traduzirá num aumento da taxa de morbilidade e mortalidade na Europa (Parry *et al.*, 2007). A ocorrência de ondas de calor está associada ao aumento de casos de hipertermia e da taxa de mortalidade global, particularmente, quando a temperatura ultrapassa o limite fisiológico das populações e quando esse aumento é acompanhado pelo aumento de humidade. Em Agosto de 2003, a onda de calor que atin-

giu a Europa provocou um acréscimo de 35 000 mortes (Kovats, Wolf e Menne, 2004; Borrell *et al.*, 2006; Fouillet *et al.*, 2006).

Alterações de temperatura e humidade diárias e sazonais podem ainda deteriorar a qualidade do ar, tornando as condições mais favoráveis para o aumento da concentração de poluentes atmosféricos e de partículas em suspensão, como aeroalergenos (Beggs, 2004; Garcia-Mozo *et al.*, 2006). Face a estas condições, estima-se que um dos impactes previsíveis das AC venha a ser o aumento da incidência de doenças cardio-respiratórias associadas à poluição (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Parry *et al.*, 2007).

Outro dos impactes que se prevê que ocorra ao nível da saúde é o aumento da incidência de doenças infecciosas, nomeadamente, de doenças originadas pela deficiente qualidade da água e dos alimentos e de doenças transmitidas por vectores e roedores (Parry *et al.*, 2007). O potencial aumento destas doenças está relacionado com a sensibilidade que os seus sistemas biológicos têm às variáveis climáticas (por exemplo, temperatura, precipitação e humidade), as quais são condicionantes de factores como a distribuição geográfica e a dinâmica do ciclo de vida dos seus agentes.

Para prever a influência das condições climáticas futuras nas doenças infecciosas, torna-se crucial conhecer a relação existente entre as condições climáticas e a epidemiologia das doenças. Tendo em conta o vasto número de doenças infecciosas, optou-se por, daqui em diante, fazer uma breve revisão dos factores que se sabem condicionar as doenças transmitidas pela água e pelos vectores e analisar o previsível impacte das AC nestas doenças.

Doenças transmitidas pela água

Uma elevada percentagem das doenças que afectam o Homem e que causam a sua morte está associada à deficiente qualidade da água e de saneamento, sendo os principais afectados as sociedades mais desfavorecidas, os imuno-comprometidos e as crianças com idade inferior a 5 anos (Prüss e Havelaar, 2001).

A exposição do Homem a infecções associadas com a qualidade da água ocorre pela ingestão de água contaminada, pelo contacto com água de deficiente qualidade em zonas de recreio ou ainda pela comida e pode ter origem em vários agentes infecciosos, como vírus, bactérias ou parasitas (*Tabela 1*).

Salvo quando por acção humana, a deterioração da qualidade da água resulta, na maior parte dos casos, de variações na precipitação e na temperatura. A ocorrência de episódios de pluviosidade intensa pode conduzir ao aumento do risco de cheias e à conse-

quente contaminação de aquíferos, à deterioração da qualidade de águas superficiais (podendo afectar a saúde dos que têm contacto com água em actividades de recreio) e ao aumento da florescência de organismos plantónicos, consequência do aumento da concentração de nutrientes disponíveis na água (Reynolds, 1984 *in* Hunter, 2003; Albay, Matthiensen e Codd, 2005). O aumento da temperatura está associada à proliferação de microorganismos plantónicos, como as cianobactérias (Amé, del Pilar Díaz e Wunderlin, 2003), e à multiplicação de agentes patogénicos na comida, como, por exemplo, a contaminação com salmonelas, frequente nos meses de Verão (Kovats *et al.*, 2004).

Alguns exemplos da forte relação que existe entre a pluviosidade intensa e surtos de doenças transmitidas pela água nos meses que se seguem aos episódios de chuva são já visíveis nos dias de hoje (Anon, 2000; Curriero *et al.*, 2001), provavelmente como consequência da alteração da epidemiologia dos seus agentes patogénicos. Os episódios de pluviosidade intensa já foram associados a uma maior probabilidade de detectar oocistos de *Giardia* ou *Cryptosporidium* na água dos rios (Atherbolt *et al.*, 1998), ao elevado número de bactérias presentes na água dos rios e das marinas (O'Shead e Field, 1992; Crowther, Kay e Wyer, 2001) e ao crescimento de coliformes nos sistemas de distribuição de água (LeChevallier, Schulz e Lee, 1991).

Nos países desenvolvidos, a incidência de doenças transmitidas pela água ocorre predominantemente por surtos associados à contaminação de abastecimentos de água privados e públicos (Craun, Calderon e Nwachuku, 2002; Stanwell-Smith *et al.*, 2002 *in* Hunter, 2003), na maioria dos casos por *Cryptosporidium* e *Campylobacter* (Hunter, 2003). Estes agentes patogénicos, ao contrário de muitos outros que se encontram restritos a determinadas regiões tropicais (*e.g.* *Vibrio cholerae*, vírus da Hepatite E e *Schistosoma* sp.), encontram-se geralmente distribuídos por todas as regiões do globo, pelo que faz deles a causa mais comum de surtos associados ao abastecimento de água (Meinhardt, Casemore e Miller, 1996; Stanwell-Smith *et al.*, 2002 *in* Hunter, 2003).

Impacte das alterações climáticas nas doenças transmitidas pela água

De acordo com as alterações climáticas previstas até ao final do século XXI, parece provável que o aumento da temperatura e da ocorrência de cheias e de secas regionais aumentem o risco de doenças transmitidas pela água (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Parry *et al.*, 2007).

Tabela I
Exemplo de doenças transmitidas pela água com importância clínica: agentes patogénicos e sintomas clínicos (adaptado de Hunter, 2003)

Agente patogénico	Doença	Transmissão	Sintomas clínicos
Helminintas			
<i>Schistosoma</i> sp.	Schistosomose	Contacto com águas superficiais infectadas com cercárias	Danos no aparelho intestinal e urinário. Cancro da bexiga
<i>Dracunculus medinensis</i>	Dracunculose	Ingestão de água contaminada	Úlceras dolorosas nos membros inferiores e nos pés
Protozoários			
<i>Giardia</i> sp.	Giardiase	Ingestão ou contacto oral com água contaminada com fezes	Dores abdominais, diarreia e perda de peso
<i>Cryptosporidium</i> sp.	Criptosporidiose	Ingestão ou contacto oral com água contaminada com fezes	Diarreia prolongada
<i>Cyclospora cayentanensis</i>	Ciclosporiase	Ingestão de água contaminada com fezes	Dores abdominais, diarreia e perda de peso
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	Ingestão de água contaminada com fezes	Diarreia e disenteria
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmose	Ingestão de água contaminada por felinos	Febre glandular e malformações no feto em mulheres grávidas
Amibas de vida livre	Meningoencefalite Primária Amebiana	Aspiração nasal de água contaminada	Encefalite (fatal)
Algas			
Cianobactérias			
<i>Pfiesteria piscicida</i>	Várias	Ingestão de água contaminada com toxinas ou contacto directo com fluorescência superficial	Dermatites, hepatites e sintomas respiratórios (potencialmente fatal)
	Síndrome associado a estuários	Água contaminada com toxinas	Irritação respiratória e ocular, deficiências de aprendizagem e falhas de memória e estado confusional agudo
Bactérias			
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Ingestão de água contaminada	Diarreia (pode ser severa)
<i>Salmonella</i> sp.	Salmonelose	Surtos ocasionais a partir da ingestão de água contaminada	Diarreia, cólicas abdominais e febre
<i>Salmonella typhi</i>	Tifóide	Ingestão de água contaminada	Febre, mal-estar e dores abdominais (elevada mortalidade)
<i>Shigella</i> sp.	Sigelose (disenteria bacilar)	Ingestão ou contacto com água contaminada	Diarreia com perda de sangue frequente
<i>Campylobacter</i> sp.	Campilobacteriose	Ingestão ou contacto com água contaminada	Diarreia com perda de sangue frequente
<i>E. coli enterotoxigénica</i>		Ingestão de água contaminada	Diarreia
<i>E. coli enterohemorragica</i>		Ingestão ou contacto com água contaminada	Diarreia sanguíenta e síndrome hemolítico urémico em crianças
<i>Yersinia</i> sp.	Yersinose	Ingestão de água contaminada	Febre, diarreia e dores abdominais
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia	Ingestão de água contaminada	Lesões da pele mucocutâneas ou tipo tifóide
<i>Helicobacter pylori</i>		Ingestão de água contaminada	Gastrite que pode progredir em cancro do estômago
<i>Mycobacteria</i> sp. (mas não <i>M. tuberculosis</i>)	Várias	Ingestão de água contaminada em sistemas hospitalares ou em locais de recreio	Varia, inclui doenças respiratórias, doenças na pele
Vírus			
Vírus da hepatite A e E	Hepatite viral	Ingestão ou contacto com água contaminada em locais de recreio	Hepatite
Vários, tipo vírus Norwalk	Gastroenterite viral	Ingestão ou contacto com água contaminada em locais de recreio	Vómitos e diarreia
Enterovírus	Vários, incluindo polio-mielite	Ingestão ou contacto com água contaminada em locais de recreio	Vários

No entanto, para a Europa, a manterem-se as condições de saneamento básico e de abastecimento público actuais, prevê-se que (a não ser que haja o risco de um colapso económico) o risco de aumentarem as doenças transmitidas pela água seja ligeiro (Hunter, 2003). O maior risco pode advir de postos de abastecimentos privados de má qualidade que, associado a episódios de pluviosidade intensa mais frequentes, possam deteriorar as condições já existentes. Existe ainda alguma preocupação relativamente a populações da Europa de Leste que, por terem actualmente restrições no acesso de água potável em casa, possam estar sujeitas, no futuro, ao agravamento da qualidade de água motivada por mudanças climáticas (Bartram *et al.*, 2002). Em qualquer uma das situações mencionadas, prevê-se que o maior risco na Europa esteja associado à ocorrência de surtos de Criptosporidiose (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Menne e Ebi, 2006).

Aos factores acima descritos pode ainda acrescentar-se um possível aumento de doenças derivadas da utilização de água de zonas de recreio associado com o crescente aumento de eutrofização que se tem observado na Europa (Ottesen e Lassen, 1997; Fastner *et al.*, 1999; Hunter, 2003; Peperzak, 2005). Tendo em conta que o maior impacte das AC nas doenças transmitidas pela água na Europa se deverá à infecção por *Cryptosporidium*, seguir-se-á uma breve descrição da doença causada por este parasita.

Criptosporidiose

A Criptosporidiose é uma doença causada por um protozoário do género *Cryptosporidium*, que se aloja no aparelho gastrointestinal do hospedeiro (que podem ser mamíferos, aves, peixes ou répteis), provocando-lhe sintomas como diarreia, dores abdominais, perda de apetite, náuseas e vómitos. Ao contrário dos restantes Apicomplexa, a transmissão deste parasita ocorre pelo estadio de oocisto e só envolve um hospedeiro.

É considerada uma ameaça à saúde pública, quer por ser uma das principais causas de doenças transmitidas pela água em diferentes países e pelas consequências que causa na população, especialmente em crianças e em indivíduos imuno-comprometidos (Cacciò *et al.*, 2005), quer pela dificuldade em eliminar o parasita através dos meios usuais de desinfeção (Campbell *et al.*, 1982).

A transmissão ocorre através do contacto com fezes contaminadas, tanto pelo contacto directo pessoa-a-pessoa ou zoonótico ou, indirectamente, por água ou comida contaminada. Após a ingestão ou inalação de oocistos (estadio infectante) pelo hospedeiro, o

parasita invade as células epiteliais do aparelho gastrointestinal (ou de outros tecidos, como do aparelho respiratório) onde se multiplica, primeiro passando por uma fase esquizogónica e de seguida, por uma fase de gametogénese e de fertilização. A partir do estadio de zigoto, o parasita diferencia-se em duas formas de oocistos diferentes, um, de parede fina, que permanece no hospedeiro e outro, de parede espessa, que é excretado do hospedeiro pelas fezes, estando assim apto para ser transmitido a um novo hospedeiro.

O facto do parasita ser constituído por uma parede externa muito resistente, permite-lhe sobreviver, por longos períodos de tempo, fora do hospedeiro (no solo ou na água) em condições de temperatura mais extremas e ser insensível à desinfeção por cloro (Smith, 1989).

Apesar de parecer existir uma forte associação entre as variáveis climáticas e a incidência de Criptosporidiose, esta relação não está ainda muito bem compreendida, possivelmente fruto da escassez de estudos realizados sobre o tema.

Na literatura existente, a Criptosporidiose tem sido relacionada com episódios climáticos extremos, em especial com o aumento da temperatura máxima no Verão. No estudo realizado por Hu *et al.* (2007), a temperatura máxima e a humidade relativa mostraram-se determinantes na transmissão da doença, coincidindo com os elevados picos de Criptosporidiose. Segundo Rose (1997), a maior prevalência da doença parece ocorrer nos meses quentes, frios ou em épocas de chuvas, não sendo ainda compreendida a razão de tal heterogeneidade.

A Criptosporidiose está largamente distribuída, sendo prevalente em cerca de 90 países distribuídos pelos diferentes continentes (Cacciò *et al.*, 2006). Das cerca de 7 espécies que infectam o Homem, *Cryptosporidium hominis* e *Cryptosporidium parvum* são a principal causa de Criptosporidiose humana, provocando aproximadamente 90% dos casos (Cacciò *et al.*, 2006). *Cryptosporidium hominis* é maioritariamente prevalente na América do Sul e do Norte, na Austrália e África e *C. parvum* é mais prevalente na Europa, especialmente no Reino Unido (Cacciò *et al.*, 2005). Usualmente a ocorrência de surtos de Criptosporidiose tem sido associada a instituições de saúde e a lares de dia, a praticantes de desportos aquáticos em lagos e piscinas e a municípios com abastecimento, público ou privado, de água contaminada.

Na Europa, a infecção encontra-se prevalente na população em geral, atingindo valores próximos dos 15% (Cacciò *et al.*, 2005). Segundo dados da *European Basic Surveillance Network*, em 2005, foram registados na Europa cerca de 7960 casos de Criptosporidiose, tendo a maior taxa de incidência ocorrido na Irlanda (Semenza e Nichols, 2007). Ape-

sar do elevado número de casos registados, é previsível que estes valores correspondam a uma subestimação dos casos reais, dado serem referentes a apenas 60% dos países europeus. Para os restantes países (onde está incluído Portugal), não existem dados disponíveis, o que poderá reflectir, possivelmente, limitações na monitorização.

Tal como referido anteriormente, prevê-se, no futuro, que o risco de Criptosporidiose possa aumentar, particularmente por transmissão indirecta pela água, face ao previsível aumento de fenómenos extremos na Europa, como episódios de pluviosidade intensa e cheias. Ao alterarem-se os padrões climáticos, podem também variar os limites geográficos do parasita, resultando num potencial aumento da exposição e risco de infecção para os humanos. Crê-se, no entanto, que este risco seja ligeiro devido ao eficiente sistema de saneamento básico vigente na Europa.

Doenças transmitidas por vectores

Do ponto de vista da entomologia médica, consideram-se vectores os artrópodes hematófagos que asseguram a transmissão biológica (ou mecânica) activa de agentes patogénicos entre diferentes hospedeiros vertebrados (Rodhain e Perez, 1985). De uma forma geral, os representantes mais importantes deste grupo são os mosquitos e as carraças e o modo mais significativo de transmissão ocorre por transmissão biológica através da alimentação do sangue do hospedeiro. Actualmente, as doenças transmitidas por vectores estão entre as doenças que causam maior morbidade e mortalidade. Estas podem ser causadas por uma grande variedade de agentes patogénicos, como vírus, bactérias e parasitas (*Tabela II*), os quais se multiplicam no interior do vector e são posteriormente transmitidos para o hospedeiro vertebrado na refeição sanguínea seguinte.

Para que a transmissão ocorra com sucesso e a doença se estabeleça, factores como a abundância dos vectores e dos seus hospedeiros, a prevalência de agentes patogénicos adaptados aos vectores e aos seus hospedeiros, o estado imunitário da população humana e as condições ambientais locais são determinantes neste processo (WHO, 1990).

Está bem estabelecido que as variações de temperatura, pluviosidade e humidade são factores cruciais na distribuição espacial e temporal dos vectores e dos agentes patogénicos (Parmesan *et al.*, 1999; Kuhn, Campdell-lendrum e Davies, 2002).

A temperatura é um factor crítico na distribuição do vector, na medida em que acelera a sua taxa metabólica, aumenta a taxa de crescimento da população e a frequência de refeições sanguíneas (Mellor e Leake,

2000), mas também pode afectar a eficiência pelo qual o vector transmite o agente patogénico, influenciando o período de incubação do agente patogénico no vector e a extensão da época de transmissão (Gubler *et al.*, 2001).

A pluviosidade, por seu lado, actua principalmente ao nível dos locais de criadouros dos vectores e dos habitats dos hospedeiros vertebrados (Gubler *et al.*, 2001). Na sequência de episódios de pluviosidade intensa, o aumento de águas superficiais pode proporcionar locais de criadouro para os vectores e, ao mesmo tempo, aumentar a densidade de vegetação e permitir assim a expansão da população de hospedeiros vertebrados. No caso de cheias, estas podem, por um lado, eliminar os habitats dos vectores e dos hospedeiros vertebrados e, por outro, «forçar» o contacto mais próximo entre o hospedeiro vertebrado e o Homem. Em situações de pluviosidade fraca, também pode ocorrer o aumento de locais de criadouro dos vectores devido ao fluxo dos rios ficar mais lento (Gubler *et al.*, 2001). Em condições relativamente húmidas, os habitats tornam-se mais favoráveis, contribuindo para o aumento da distribuição geográfica e da abundância sazonal dos vectores.

As doenças transmitidas por vectores são, de uma forma geral, prevalentes nos trópicos e nos subtropicais, sendo relativamente raras nas zonas temperadas. Com as AC crê-se que esta situação seja alterada, podendo levar ao reaparecimento ou introdução generalizada de algumas doenças nas zonas temperadas. Este facto, juntamente com um conjunto de situações como o desenvolvimento de resistência a insecticidas e fármacos, a diminuição de recursos para monitorização, prevenção e controlo das doenças transmitidas por vectores, a deterioração das infra-estruturas de saúde pública necessárias para lidar com estas doenças, crescimento populacional sem precedentes, alteração das práticas agrícolas, deflorestação e o aumento de viajantes podem agravar esta situação (Gubler, 1997).

Tendo em conta a relação das doenças transmitidas por vectores com os factores climáticos e face às evidências actuais de que o clima está a mudar, torna-se importante determinar qual o impacto das AC nestas doenças.

Impacte das alterações climáticas nas doenças transmitidas por vectores

De acordo com as actuais evidências e com os cenários de AC previstos para a Europa, o principal impacte nas doenças transmitidas por vectores parece traduzir-se na alteração da distribuição geográfica dos seus vectores (*e.g.* carraças) e na extensão do

Tabela II
Exemplo de doenças transmitidas por vectores com importância clínica: agentes patogénicos, vectores, distribuição geográfica e sintomas clínicos (adaptado de Hunter, 2003)

Agente patogénico	Doença	Vector	Distribuição geográfica	Sintomas clínicos
Helminthas				
<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose linfática	Mosquitos	Trópicos	Elefantíase
<i>Onchocerca volvulus</i>	Oncocercose	Simulídeos	África, América Central e do Sul	Dermatite, cegueira
<i>Loa loa</i>	Loíase	Tabanídeos	África Central e Ocidental	Edemas de Calabar
Protozoários				
<i>Plasmodium</i> sp.	Malária	Mosquitos	Trópicos	Febre e arrepios (elevada mortalidade)
<i>Trypanosoma brucei</i>	Tripanossomose Africana	Moscas <i>Glossina</i> sp.	África	Febre, linfadenopatia, dores de cabeça, sono-lência, coma
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Tripanossomose Americana	Triatómíneos	América Central e do Sul	Chagas, febre, linfadenopatia, miocardite
<i>Leishmania</i> sp.	Leishmaniose	Flebotomíneos	África, Europa, América Central e do Sul	Lesões cutâneas e mucosas, doença visceral
<i>Babesia</i> sp.	Babesiose	Carraças	Generalizada	Febre, mal-estar, sudação, anemia
Riquetsias				
<i>Rickettsia typhi</i>	Tifo murino	Pulgas	Países tropicais	Tifo
<i>Rickettsia rickettsii</i>	Febre maculosa das Montanhas Rochosas	Carraças	EUA	Febre botosa
<i>Rickettsia conorii</i>	Febre da Carraça	Carraças	África, Mediterrâneo e Médio Oriente	Febre botosa
Bactérias				
<i>Bartonella bacilliformis</i>	Bartonelose (Doença de Carrion)	Flebotomos	Vales do Oeste dos Andes	Anemia grave e erupção cutânea
<i>Yersinia pestis</i>	Peste	Pulgas	África, Ásia, América do Sul e EUA	Peste septicémica, pneumónica ou bubónica
<i>Borrelia burgdorferi</i>	Doença de Lyme	Carraças	Europa, América do Norte	Artrite
<i>Borrelia recurrentis</i>	Febre recorrente	Piolhos	Etiópia, Burundi, Perú, Bolívia, África do Norte, Índia, Ásia, China	Febre recorrente severa (elevada mortalidade)
<i>e.g. Borrelia duttoni</i>	Febre recorrente	Carraças	África Central, Ocidental e Oriental	Febre recorrente menos severa
Vírus				
Flavivírus	Dengue	Mosquitos	África, Caraíbas, Pacífico, Extremo Este	Febre hemorrágica
Flavivírus	Encefalite Japónica	Mosquitos	Japão, Extremo Este	Encefalite
Flavivírus	Febre do Nilo	Mosquitos	África, Índia, Europa e América do Norte	Encefalite
Flavivírus	Encefalite Murray River	Mosquitos	Austrália, Nova Guiné	Encefalite
Flavivírus	Encefalite St Louis	Mosquitos	América	Encefalite
Flavivírus	Febre Amarela	Mosquitos	África, América Central e do Sul	Hepatite e febre hemorrágica
Alphavírus	Encefalite Equina Ocidental	Mosquitos	América do Norte	Encefalite
Nairovírus	Febre hemorrágica Criméia-Congo	Carraças	África, Europa, Médio Oriente e Ásia Central	Febre hemorrágica
Flavivírus	Encefalite Europeia da Carraça	Carraças	Antiga União Soviética, Europa	Encefalite
Phlebovírus	Febre Rift Valley	Mosquitos	África	Febre hemorrágica

período de época de transmissão, potenciando assim o risco de aumentar a transmissão destas doenças (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Lindgren e Gustafson, 2001; Kuhn *et al.*, 2005).

Segundo o relatório do IPCC (1997; Parry *et al.*, 2007), as maiores preocupações para a Europa estão focadas na potencial re-introdução de Malária na Europa de Leste, na introdução do vector do Dengue, *Aedes albopictus*, em alguns dos países do Sul da Europa, nomeadamente Portugal, no aumento do risco de infecções por *Leishmania* e no aumento do risco de infecções transmitidas por carraças, como de Encefalite Europeia e da Doença de Lyme.

No âmbito desta revisão, serão de seguida abordadas mais em pormenor as doenças parasitárias transmitidas por vectores cujos impactes previstos pelas AC se estima que possam vir a ser mais significativos na Europa — a Malária e a Leishmaniose.

Malária

A Malária é uma das principais causas de mortalidade no mundo, estimando-se que seja responsável pela morte de mais de um milhão de pessoas por ano (WHO, 2006). A Malária tem um ciclo de transmissão complexo, envolvendo três organismos: um hospedeiro vertebrado, um protozoário do género *Plasmodium* e um mosquito vector do género *Anopheles* que é responsável por transmitir a doença entre hospedeiros vertebrados no acto de o picar para uma refeição sanguínea.

A fase do ciclo de vida que ocorre no hospedeiro vertebrado (esquizogonia) inicia-se com a alimentação de um mosquito fêmea infectado e a inoculação de esporozoítos para a corrente sanguínea do hospedeiro. Uma vez no hospedeiro, alguns desses esporozoítos vão migrar e invadir os hepatócitos, iniciando assim uma fase de replicação dos parasitas em merozoítos invasivos. Ao se romperem os hepatócitos, os merozoítos vão invadir os glóbulos vermelhos e iniciar uma fase de multiplicação assexual, na qual os merozoítos se diferenciam em trofozoítos e estes em esquizontes. Este ciclo ocorre de uma forma periódica, sendo responsável pelos sintomas típicos de uma infecção de malária, como picos de febre, seguidos por arrepios de frio e sudação.

Após várias repetições do ciclo eritrocitário, alguns dos merozoítos irão diferenciar-se em gametócitos masculinos e femininos, estando assim aptos para serem ingeridos pelo mosquito na próxima alimentação.

Uma vez no mosquito, inicia-se o desenvolvimento esporogónico, fase onde ocorre a reprodução sexuada do parasita. Após a maturação dos gametócitos

no estômago do mosquito, ocorre a fertilização. O zigoto formado diferencia-se num oocineto móvel que atravessa o epitélio do estômago, alojando-se entre este e a lâmina basal. Aí diferenciar-se-á num oocisto, no qual serão produzidos no seu interior milhares de esporozoítos. Com o rompimento do oocisto, os esporozoítos serão libertados na hemolinfa e migrarão posteriormente para as glândulas salivares, onde estarão aptos para serem novamente inoculados no hospedeiro vertebrado.

A duração do ciclo de vida do parasita é específico da espécie e depende de factores como a temperatura. No Homem existem quatro espécies do género *Plasmodium* que podem causar Malária, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale* e *Plasmodium malariae*, sendo a primeira a que causa as formas mais graves da doença.

A distribuição geográfica da Malária é muito vasta, sendo actualmente endémica em 100 países de diferentes regiões do mundo, como a Índia, Sudeste asiático, América Central e do Sul e, principalmente, na África sub-sahariana. De entre os vários factores que estão na origem desta distribuição estão factores climáticos como a temperatura, humidade e precipitação, os quais influenciam os diferentes componentes do ciclo de vida e, por isso, são determinantes na distribuição geográfica e na sazonalidade da doença. A temperatura é crucial no desenvolvimento do mosquito, na medida em que temperaturas mais elevadas podem encurtar a duração do ciclo gonotrófico e do ciclo ovo-adulto e aumentar a sobrevivência da fêmea (Rodhain e Perez, 1985). Da mesma forma, também a duração do ciclo esporogónico do plasmódio é encurtada pelo aumento da temperatura, o que aumenta a probabilidade do ciclo se completar no interior da fêmea e de assim ocorrer transmissão. As temperaturas óptimas para o desenvolvimento de *Anopheles* variam de 20-27°C e para o desenvolvimento do parasita entre 22-30°C (22°C para *P. malariae*, 25°C para *P. vivax* e 30°C para *P. falciparum*). Nas condições em que a altitude seja superior a 3000 metros ou que a temperatura se mantenha abaixo dos 15°C ou acima dos 38°C, a transmissão fica comprometida. Se a humidade relativa for inferior a 52%, verifica-se uma redução notável no número de picadas do mosquito (revisto em López-Vélez e Moreno, 2005). Como referido anteriormente, a pluviosidade é crucial para a presença de locais de criadouro do mosquito, atribuindo-se que a transmissão de Malária se encontra dependente duma pluviosidade mínima mensal entre 50 e 80 mm durante alguns meses consecutivos (Craig, Snow e Le Sueur, 1999).

No passado, a Malária era endémica em toda a Europa, atingindo uma taxa de mortalidade bastante

elevada, sobretudo na Itália, Espanha e Portugal. Em Portugal, era uma doença comum, principalmente no Verão, chegando a atingir na década de 1940, cerca de 70000 casos por ano devido a *P. vivax* (revisto em Santos e Miranda, 2006).

A partir da segunda metade do século XIX, a Malária desaparece do Norte da Europa e começa a declinar no Centro, onde acaba por desaparecer no fim da Primeira Guerra Mundial. Crê-se que este declínio esteve maioritariamente associado à melhoria das condições de drenagem, ao cultivo de zonas pantanosas e a novos métodos usados na agricultura, uma vez que nesta altura não se assistiu a alterações significativas do clima. Por esta altura, a Malária continua prevalente no Sul da Europa, com a presença de várias espécies de vectores competentes, abundantes locais de criadouro dos mosquitos, verões longos e condições socioeconómicas pouco desenvolvidas, condições propícias à sua transmissão. Só em 1975, com a aplicação de uma campanha antimalárica multifacetada, envolvendo o uso de DDT, é que a Malária é declarada como oficialmente erradicada de todo o continente europeu (WHO, 1978).

Nos anos 90 do século XX, surgiram novos casos da doença nas novas Repúblicas do Sul da ex-União Soviética, importados pelas tropas presentes no Afeganistão (revisto em López-Vélez e Moreno, 2005). Actualmente, a situação é problemática na Turquia (20 905 casos autóctones registados em 1999), no Azerbaijão e no Tajiquistão, com a ocorrência de epidemias massivas, enquanto na Arménia, Rússia, Turcomenistão e Uzbequistão são caracterizados por ocorrerem, esporadicamente, surtos da doença (Sabatinelli, Ejov e Joergensen, 2001). Os restantes países da Europa, apesar de estarem fora da região endémica, têm vindo a registar, nos últimos anos, um aumento de casos de malária importada e de «aeroporto», atingindo os 13 000 casos de malária importada durante o ano de 1999 (Sabatinelli, Ejov e Joergensen, 2001) e os 75 casos de Malária de «aeroporto» no período compreendido entre 1977-2000 (Mouchet, 2000).

Face a esta situação e aos cenários climáticos previstos para o futuro, com o aquecimento global e a ocorrência de episódios de pluviosidade intensa, a Malária tem sido fruto de alguma preocupação. Estima-se que as AC aumentem o risco de re-introdução de Malária na Europa de Leste, a não ser que surjam novos programas de controlo de vectores e/ou que os programas actuais sejam mantidos a funcionar eficientemente (Kovats *et al.*, 1999). Quanto à Europa Ocidental e, dado que o vector não se encontra actualmente infectado, o principal risco parece estar limitado ao aumento de casos de Malária de «aeroporto», associado ao aumento do turismo para países onde a Malá-

ria é endémica (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Guilet *et al.*, 1998; Kovats *et al.*, 1999).

Leishmaniose

A Leishmaniose é causada por parasitas do género *Leishmania* e é transmitida pela picada de dípteros da sub-família *Phlebotominae*. O parasita tem como reservatório animais silváticos, o cão e o Homem, existindo mais de 21 espécies de *Leishmania* que infectam humanos.

A transmissão inicia-se com a picada de uma fêmea infectada do género *Phlebotomus*, no «Velho Mundo», ou do género *Lutzomyia*, no «Novo Mundo», num hospedeiro vertebrado. Durante a refeição sanguínea são inoculados promastigotas na pele. Estes são fagocitados por macrófagos e transformam-se em amastigotas. Os amastigotas multiplicam-se dentro da célula em diferentes tecidos (a depender da espécie de *Leishmania*), provocando lesões. Assim que uma nova fêmea flebotomíneo se alimenta do hospedeiro infectado vai ingerir com a refeição sanguínea os macrófagos infectados com amastigotas. Uma vez no estômago do insecto, os amastigotas vão diferenciar-se em promastigotas, multiplicar-se e migrar para o probóscis, estando assim preparados para serem transmitidos a um novo hospedeiro vertebrado na próxima refeição sanguínea.

A infecção humana por *Leishmania* pode resultar em formas diferentes de doença, Leishmaniose Cutânea (LC), Muco-cutânea e Visceral (Kala-azar), dependendo da espécie de parasitas que a causa, da localização geográfica e da resposta imune do hospedeiro. A Leishmaniose Cutânea é caracterizada por lesões cutâneas nas zonas onde o vector picou para se alimentar, a Muco-cutânea por lesões secundárias na mucosa nasal e bucal e a Leishmaniose Visceral é caracterizada por causar febre, perda de peso, anemia e hepato-esplenomegalia.

A Leishmaniose Visceral encontra-se distribuída por aproximadamente 88 países, estando estes, na sua maioria, localizados nos trópicos e subtropicais (WHO, 2000). Na Europa, a Leishmaniose Visceral é actualmente endémica na bacia mediterrânica, em países como Portugal, Espanha, França, Itália e Malta (WHO, 2000), sendo na maioria dos casos causada por *Leishmania infantum* e transmitida por *Phlebotomus perniciosus* e *Phlebotomus ariasi* (Rodhain e Perez, 1985). Atinge preferencialmente crianças e imuno-comprometidos, tendo-se tornado uma infecção oportunista importante em doentes infectados pelo VIH (Dedet, Lambert e Pratlong, 1995; WHO, 2000).

Os surtos de Leishmaniose têm estado, muitas vezes, associados a movimentos populacionais (Mansour *et al.*, 1989), à disponibilidade de reservatórios zoonóticos (Ashford, 1997) e a modificações ambientais, como a deflorestação (Molyneux, 1997). Tal como noutras doenças transmitidas por vectores, existe uma forte associação entre o clima e a transmissão de Leishmaniose, como são exemplo as epidemias de LC no Brasil entre 1986 e 1990 (Broutet *et al.*, 1994) ou os surtos de 1985 e 1986 no Sudão onde a forte pluviosidade terá favorecido a reprodução dos insectos flebotomíneos (el-Safi e Peters, 1991).

Os flebotomíneos são sensíveis a humidades baixas e a temperaturas extremas, ficando o seu desenvolvimento e sobrevivência comprometidos nestas condições. Estudos laboratoriais demonstraram que *P. ariasi* sobrevive bem a temperaturas compreendidas entre 5°C e os 30°C (Rioux *et al.*, 1985), enquanto *P. perniciosus* é activo a temperaturas compreendidas entre 15°C e 28°C (Casimiro *et al.*, 2006). Sabe-se ainda, que a densidade do vector diminui em função da altitude, sendo raramente observado em altitudes superiores a 600 ou 700 metros (Añez *et al.*, 1994) e que é fortemente influenciada pela pluviosidade (el-Safi e Peters, 1991).

A temperatura é ainda crucial para o desenvolvimento do parasita no insecto, na medida em que temperaturas mais elevadas (dentro dos limites de tolerância) aceleram a maturação do parasita e aumentam a probabilidade da fêmea sobreviver tempo suficiente para que o desenvolvimento do parasita se dê no seu interior. A temperatura mais favorável para o desenvolvimento de *L. infantum* nos vectores é de 25°C (Santos e Miranda, 2006).

Na sequência do aumento generalizado de Leishmaniose Visceral verificado nos últimos 20 anos, em parte atribuído na Europa ao aumento da co-infecção *Leishmania*/VIH (Kuhn *et al.*, 2005), e face aos cenários climáticos previstos para o futuro, o interesse por este problema tem sido renovado. Como previsível impacte das AC, estima-se que, no futuro, os limites actuais da distribuição do vector e da doença se estendam para o Norte da Europa, consequência do aquecimento global do clima acima dos limites actuais da distribuição da doença (Watson, Zinyowera e Moss, 1997; Menne e Ebi, 2006).

4. Impacte das alterações climáticas em Portugal

Em Portugal, a maior parte da investigação relacionada com as AC tem sido desenvolvida no âmbito do Projecto SIAM (*Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*), o qual tem como principal objectivo ava-

liar os possíveis impactes das AC e sugerir medidas de adaptação multisectoriais para Portugal. O projecto foi dividido em duas fases, uma que decorreu entre 1999 e 2002 e que teve orientação nacional, constituindo o primeiro estudo de um país do Sul da Europa onde se fez uma avaliação deste tipo (Santos, Forbes e Moita, 2002) e outra, de orientação regional que incluiu também as regiões Autónomas da Madeira e dos Açores e cujos resultados foram publicados em 2006 (Santos e Miranda).

No Projecto SIAM foi analisado o impacte das AC nos diferentes sectores socioeconómicos e biofísicos de Portugal, nomeadamente, no da saúde. Neste sector, foram identificados em Portugal, com base em programas de controlo e de monitorização nacionais anteriores, cinco potenciais impactes das AC: aumento da mortalidade associada a ondas de calor, doenças associadas com a poluição do ar, doenças transmitidas por vectores e roedores, doenças transmitidas pela água e pela comida e efeitos associados com a ocorrência de cheias e secas (Casimiro e Calheiros, 2002; Casimiro *et al.*, 2006).

Seguindo a mesma tendência da generalidade da Europa, também para Portugal a relação entre o aumento da mortalidade e ondas de calor tem sido evidente (Garcia, Nogueira e Falcão, 1999; Portugal. Ministério da Saúde. Direcção-Geral da Saúde, 2007), estimando-se que, para o futuro, a taxa de mortalidade anual associada a ondas de calor na cidade de Lisboa aumente entre 5,8 e 15,1 (por 100 000) em 2020 e entre 7,3 e 35,6 em 2050 (Dessai, 2003). As doenças respiratórias são outra causa de preocupação, dado que se verificam muitas vezes nas regiões urbanas, limites de Dióxido de Azoto (NO₂) e de Ozono (O₃) acima dos valores aceitáveis (Portugal. Ministério da Saúde. Direcção-Geral da Saúde, 2000) e que cerca de 16% da mortalidade global em Portugal ocorre por deficiências respiratórias (Portugal. Ministério da Saúde. Direcção-Geral da Saúde, 2001). Os restantes grupos de doenças (*e.g.*, transmitidas por vectores) foram considerados de potencial risco, na generalidade dos casos, pela sua história passada ou recente de endemismo e pela existência de vectores competentes e de hospedeiros disponíveis no país (Casimiro *et al.*, 2006).

O estudo do impacte das AC nas doenças infecciosas, focou-se, numa primeira fase, em tentar estabelecer uma relação entre o clima e a actividade dos hospedeiros e/ou desenvolvimento dos agentes patogénicos e, posteriormente, na aplicação dessa relação a diferentes cenários climáticos. Os cenários para Portugal foram criados a partir de dois modelos regionais: um para a Península Ibérica (PROMES) e outro para a Europa (HadRM2), diferindo entre si no período estimado e nas futuras concentrações de CO₂.

Inserido nos cenários climáticos previstos para o Sul da Europa, as projecções para Portugal indicam que, até ao final do século XXI, haja aumento da temperatura média em todas as regiões, aumento das temperaturas máximas de Verão, variando entre os 3°C nas regiões costeiras e os 7°C no Interior, e que haja incremento da frequência e intensidade de ondas de calor e da frequência de dias com precipitação intensa no Inverno (Casimiro *et al.*, 2006; Santos e Miranda, 2006).

Face às condições previstas para Portugal, o risco para a saúde das populações pode ser severo. Deste modo, como medida de adaptação foi criado em 2004 um plano de contingência para as ondas de calor, articulado pelas instituições responsáveis pelas áreas da Meteorologia, Protecção Civil e Saúde (Portugal. Ministério da Saúde. Direcção-Geral da Saúde, 2007). Mas até ao momento, é o único exemplo concreto de uma medida de adaptação ao impacte das AC.

Após se estabelecer a relação entre as condições climáticas previstas para Portugal e a epidemiologia das doenças, nomeadamente, na densidade populacional dos vectores adultos e na potencial prevalência dos organismos patogénicos, obtiveram-se cenários de risco, indicativos do potencial impacte a curto e longo prazo, nestas doenças.

Em Portugal, apesar das condições climáticas actuais serem favoráveis à transmissão de Malária por *P. vivax* e do vector competente *Anopheles atroparvus* ser abundante e estar largamente distribuído (Galão *et al.*, 2002), o risco actual é muito baixo, pois não existem dados que indiquem que o mosquito esteja infectado com o parasita. Em termos futuros, os cenários de AC estimam um aumento do número de dias com temperaturas médias adequadas para a sobrevivência de *A. atroparvus* (10-40°C), *P. vivax* (14,5-35°C) e de *P. falciparum* (16-35°C) em Portugal (Casimiro *et al.*, 2006). Mas, novamente, a não ser que haja infecção dos vectores, as projecções futuras indicam um risco muito baixo de contrair *P. vivax* e um risco quase nulo de contrair *P. falciparum*, também motivado pelo facto de *A. atroparvus* ser experimentalmente refractário a estirpes de *P. falciparum* africanas (Ribeiro *et al.*, 1989) e ter baixa antropofilia (Sousa *et al.*, 2001). Face às condições ambientais actuais serem favoráveis à sobrevivência dos flebótomos e à elevada prevalência de Leishmaniose canina em várias regiões de Portugal (Campino, 1998; Pires, 2000), o risco actual de ocorrer transmissão de Leishmaniose em Portugal é médio (Casimiro *et al.*, 2006). Como cenário futuro, prevê-se que este risco se torne elevado devido ao aumento significativo de dias com temperaturas favoráveis para a actividade de

P. perniciosus (15-28°C) em todas as regiões do país (Casimiro *et al.*, 2006).

Apesar de não ser mencionada como uma doença que possa vir a ser afectada pelas AC na Europa, o seu possível impacte na Schistosomose foi avaliado para Portugal (Casimiro *et al.*, 2006), dada a sua história de endemismo por *Schistosoma haematobium* na região do Algarve (Grácio, 1981). À semelhança da Malária, o risco actual de transmissão de Schistosomose é muito baixo, o que está associado com o facto da doença estar actualmente limitada a casos importados e de, apesar das condições ambientais serem propícias à sua transmissão, o reservatório não estar infectado (Casimiro *et al.*, 2006). Assumindo a introdução focal de uma população de caracóis infectados com o parasita e um cenário futuro de aquecimento global, é previsível que, com o aumento do período de temperaturas favoráveis para a sobrevivência do parasita (15-39°C), a população de caracóis infectados possa com o tempo expandir a sua distribuição geográfica e assim, o risco de transmissão da doença em Portugal aumentar para o nível médio (Casimiro *et al.*, 2006).

Quanto à Criptosporidiose, apesar da importância realçada anteriormente, não se encontraram para Portugal dados sobre o possível impacte das AC nesta doença e os dados encontrados sobre a sua epidemiologia são escassos, havendo apenas algumas referências às taxas de prevalência em doentes com SIDA em Lisboa (Matos, 2002). Uma das possíveis razões para a lacuna existente poderá estar relacionada com o facto de não ser uma doença de notificação obrigatória no país.

Em resumo, prevê-se que, de uma forma geral, as doenças que são actualmente endémicas em Portugal, sejam mais sensíveis a variações na temperatura, enquanto as que não são endémicas, sejam mais susceptíveis à introdução de vectores infectados.

5. Considerações finais

É previsível que as medidas incluídas no protocolo de Quioto para a redução das emissões de GEE venham a ter um efeito reduzido no aumento da temperatura projectado para os próximos 50 anos (Parry *et al.*, 1998). Como tal, e tendo em conta que alguns dos efeitos das AC estão já presentes e que se prevê que os impactes climáticos negativos na Europa sejam significativamente maiores que os positivos, as populações deverão procurar adaptar-se para minimizar os efeitos que daí possam ocorrer ao nível da saúde e da sociedade.

Ficou patente do trabalho de pesquisa efectuado que, apesar do efeito das AC na saúde ser uma área de

investigação prioritária, o conhecimento sobre este assunto é ainda muito limitado e que a literatura existente é escassa, dificultando em alguns casos uma análise pormenorizada dos temas.

No que diz respeito às doenças transmitidas pela água, verificou-se que o papel do clima na dinâmica das doenças está pouco aprofundado e que o impacto das AC a este nível na Europa está muito pouco estudado. Na origem desta lacuna pode estar o facto das doenças transmitidas pela água, à excepção de surtos esporádicos, não constituírem actualmente um grave problema de saúde pública na Europa face às boas condições de saneamento básico e de abastecimento público vigentes na maioria dos países europeus. No entanto, é de realçar que, apesar das boas condições actuais, os impactos negativos das AC previstos para a Europa e o aumento de indivíduos imuno-comprometidos, os principais afectados por estas doenças, alertam para a possibilidade destas doenças poderem vir a tornar-se problemáticas na Europa, devendo merecer assim mais atenção das entidades responsáveis. É neste sentido que se considera, no presente trabalho, que algumas das medidas futuras de mitigação destas doenças deverão passar pela implementação de sistemas de monitorização e de alerta precoce a serem disponibilizados às autoridades de saúde pública.

Relativamente às doenças transmitidas por vectores, ficou patente da análise efectuada que o conhecimento existente sobre as doenças em causa e a sua possível relação com o clima está relativamente bem documentada, possivelmente motivada pelo impacto que estas têm em termos de saúde pública e pela sua recente história de endemismo na Europa. Do ponto de vista das doenças parasitárias transmitidas por vectores, a Malária e a Leishmaniose são as que suscitam maior preocupação. A Malária tem sido objecto de estudo, estando relativamente bem documentados os possíveis impactos que possam advir das AC. Quanto à Leishmaniose, apesar da sua dinâmica ser relativamente bem conhecida, ainda são poucos os estudos que relacionam o efeito das AC nesta doença. No entanto, para ambos os casos, os estudos apontam para um impacto significativo com um conseqüente aumento do risco de transmissão.

Na tentativa de colmatar algumas destas lacunas, o impacto das AC na saúde começa já a ser objecto de estudo de alguns projectos internacionais, como o Projecto EDEN (*Emerging Diseases in a changing European environment*, <http://www.eden-fp6project.net>). Este é um projecto financiado pela Comissão Europeia que reúne a investigação levada a cabo em 24 países, incluindo Portugal, e que visa compreender o impacto das actuais mudanças ambientais sobre a difusão de novas doenças, emergentes ou re-emergentes, no território europeu.

Dentro do contexto europeu, os previsíveis impactos das AC em Portugal são bem conhecidos, em grande parte, graças aos avanços significativos levados a cabo nos últimos anos pelo projecto SIAM e actualmente pelo Projecto EDEN. À semelhança da restante situação europeia, a grande lacuna encontrada em Portugal prende-se com o efeito das AC nas doenças transmitidas pela água, para o qual não se encontraram estudos publicados. No caso particular da Criptosporidiose, esta lacuna é bem evidente, podendo estar relacionada com a dificuldade inerente em prever o impacto das AC na dinâmica da doença quando se sabe muito pouco sobre a prevalência da doença em Portugal. Como referido anteriormente, a Criptosporidiose não é de notificação obrigatória em Portugal e não integra as redes europeias de monitorização *Med-Vet-Net* e *European Basic Surveillance Network* analisadas neste trabalho.

Da presente revisão ficou patente a necessidade de um conhecimento mais aprofundado sobre a dinâmica das doenças transmitidas pela água e a sua relação com o clima e, no caso das doenças transmitidas por vectores, de uma incorporação eficiente da informação existente em sistemas de alerta precoce, o passo seguinte para que o Homem possa minimizar os impactos negativos das AC revistos neste trabalho.

□ Referências bibliográficas

ALBAY, M.; MATTHIENSEN, A.; CODD, G. A. — Occurrence of toxic blue-green algae in the Kucukcekmece lagoon (Istanbul, Turkey). *Environmental Toxicology*. 20 : 3 (2005) 277-284.

AMÉ, M. V.; del PILAR DÍAZ, M.; WUNDERLIN, D. A. — Occurrence of toxic cyanobacterial blooms in San Roque Reservoir (Córdoba, Argentina) : a field and chemometric study. *Environmental Toxicology*. 18 : 3 (2003) 192-201.

AÑEZ, N. *et al.* — Epidemiology of cutaneous leishmaniasis in Merida, Venezuela. III : altitudinal distribution, age structure, natural infection and feeding behaviour of sandflies and their relation to the risk of transmission. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 88 : 3 (1994) 279-287.

ANON — Waterborne outbreak of gastroenteritis associated with a contaminated municipal water supply, Walkerton, Ontario, May-June 2000. *Canada Communicable Disease Report*. 26 : 20 (2000) 170-173.

ASHFORD, R. W. — The leishmaniasis as model zoonoses. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 91 : 7 (1997) 693-701.

ATHERBOLT, T. B. *et al.* — Effect of rainfall on *giardia* and *cryptosporidium*. *Journal of the American Water Works Association*. 90 : 9 (1998) 66-80.

BARTRAM, J. *et al.*, ed. lit. — Water and health in Europe : a joint report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe. Geneva : WHO Regional Publications, 2002. (European Series; 93).

- BEGGS, P. J. — Impacts of climate change on aeroallergens : past and future. *Clinical and Experimental Allergy*. 34 : 10 (2004) 1507-1513.
- BORRELL, C. *et al.* — Socioeconomic position and excess mortality during the heat wave of 2003 in Barcelona. *European Journal of Epidemiology*. 21 : 9 (2006) 633-640.
- BROUTET, N. *et al.* — Analysis of the monthly incidence of cutaneous leishmaniasis in Ceara, Brazil, between 1986 and 1990. *Santé*. 4 : 2 (1994) 87-94.
- CACCIÒ, S. M. *et al.* — Unravelling *cryptosporidium* and *giardia* epidemiology. *Trends in Parasitology*. 21 : 9 (2005) 430-437.
- CACCIÒ, S. *et al.* — A European network for the detection and control of *cryptosporidium*. Workpackage 12 : Annual Report 2006. [Em linha]. [Brussels] : Med-Vet-Net, 2006. [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.medvetnet.org/cms/templates/doc.php?id=47>.
- CAMPBELL, I. *et al.* — Effect of disinfectants on survival of *cryptosporidium* oocysts. *Veterinary Research*. 111 : 18 (1982) 414-415.
- CAMPINO, L. — Leishmanioses em Portugal : características emergentes da epidemiologia e do diagnóstico. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa, 1998. Tese de Doutoramento.
- CASIMIRO, E. *et al.* — National assessment of human health effects of climate change in Portugal : approach and key findings. *Environmental Health Perspectives*. 114 : 12 (2006) 1950-1956.
- CASIMIRO, E.; CALHEIROS, J. M. — Human health. In SANTOS, F. D.; FORBES, K.; MOITA, R. ed. lit. — Climate change in Portugal : scenarios, impacts and adaptation measures : SIAM Project. Lisboa : Gradiva Publishers, 2002. 241-300.
- CRAIG, M. H.; SNOW, R. W.; LE SUEUR, D. — A climate-based distribution model of malaria transmission in Sub-Saharan Africa. *Parasitology Today*. 15 : 3 (1999) 105-111.
- CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L.; NWACHUKU, N. — Causes of waterborne outbreaks reported in the United States, 1991-98. In HUNTER, P. R.; WAITE, M.; RONCHI, E. ed. lit. — Drinking water and infectious diseases : establishing the link. Boca Raton : CRC Press, 2002. 105-117.
- CROWTHER, J.; KAY, D.; WYER, M. D. — Relationships between microbial water quality and environmental conditions on coastal recreational waters : the fylde coast, UK. *Water Research*. 35 : 17 (2001) 4029-4038.
- CURRIERO, F. C. *et al.* — The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*. 91 : 8 (2001) 1194-1199.
- DEDET, J. P.; LAMBERT, M.; PRATLONG, F. — Leishmanioses et infection par le virus de l'immunodéficience humaine. *La Presse Médicale*. 24 : 22 (1995) 1036-1040.
- DESSAI, S. — Heat stress and mortality in Lisbon. Part 2 : an assessment of the potential impacts of climate change. *International Journal of Biometeorology*. 48 : 1 (2003) 37-44.
- el-SAFI, S. H.; PETERS, W. — Studies on the leishmaniasis in the Sudan : 1. Epidemic of cutaneous leishmaniasis in Khartoum. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 85 : 1 (1991) 44-47.
- FASTNER, J. *et al.* — *Microcystins* (hepatotoxic heptapeptides) in German fresh water bodies. *Environmental Toxicology*. 14 : 1 (1999) 13-22.
- FOUILLET, A. *et al.* — Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 80 : 1 (2006) 16-24.
- GALÃO, R. P. *et al.* — Distribution of potential arboviruses mosquito vectors in Portugal. *Acta Tropica*. 83 : Suppl.1 (2002) S83-S84.
- GARCIA, A. C.; NOGUEIRA, P. J.; FALCÃO, P. J. — Onda de calor de Junho de 1981 em Portugal : efeitos na mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*. 17 : 1 (1999) 67-77.
- GARCIA-MOZO, H. *et al.* — Quercus pollen season dynamics in the Iberian peninsula : response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 13 : 2 (2006) 209-224.
- GRÁCIO, M. A. A. — A importância da malacologia em parasitologia médica. *Jornal da Sociedade das Ciências Médicas de Lisboa*. 2 (1981) 119-140.
- GUBLER, D. J. — Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. *Emerging Infectious Diseases*. 4 : 3 (1997) 442-450.
- GUBLER, D. J. *et al.* — Climate variability and change in the United States : potential impacts on vector- and rodent- borne diseases. *Environmental Health Perspectives*. 109 : Suppl 2 (2001) 223-233.
- GUILET, P. *et al.* — Origin and prevention of airport malaria in France. *Tropical Medicine and International Health*. 3 (1998) 700-705.
- HU, W. *et al.* — Weather variability and the incidence of cryptosporidiosis : comparison of time series poisson regression and SARIMA models. *Annals of Epidemiology*. 17 : 9 (2007) 679-688.
- HUNTER, P. R. — Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology*. 94 : Suppl (2003) 37S-46S.
- KOVATS, R. S. *et al.* — The effect of temperature on food poisoning : a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiology and Infection*. 132 : 3 (2004) 443-553.
- KOVATS, R. S. *et al.* — Climate change and human health in Europe. *British Medical Journal*. 318 : 7199 (1999) 1682-1685.
- KOVATS, R. S.; WOLF, T.; MENNE, B. — Heatwave of August 2003 in Europe : provisional estimates of the impact on mortality. [Em linha]. *Eurosurveillance Weekly*. 8 : 11 (2004). [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.eurosurveillance.org/ew/2004/040311.asp#7>.
- KUHN, K. G.; CAMPDELL-LENDRUM, D. H.; DAVIES, C. R. — A continental risk map for Malaria mosquito vectors in Europe. *Journal of Medical Entomology*. 39 : 4 (2002) 621-630.
- KUHN, K. *et al.*, ed. lit. — Using climate to predict infectious disease epidemics : communicable diseases surveillance and response, protection of the human environment roll back malaria. Geneva : World Health Organization, 2005.
- LANGFORD, I. H.; BENTHAM, G. — The potential effects of climate change on winter mortality in England and Wales. *International Journal of Biometeorology*. 38 : 3 (1995) 141-147.
- LECHEVALLIER, M. W.; SCHULZ, W.; LEE, R. G. — Bacterial nutrients in drinking water. *Applied Environmental Microbiology*. 57 : 3 (1991) 857-862.
- LINDGREN, E.; GUSTAFSON, R. — Tick-borne encephalitis in Sweden and climate change. *Lancet*. 358 : 9275 (2001) 16-18.
- LÓPEZ-VÉLEZ, R.; MORENO, R. M. — Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública*. 79 (2005) 177-190.
- MANSOUR, N. S. *et al.* — Cutaneous leishmaniasis in the peace keeping force in East Sinai. *Journal of the Egyptian Society for Parasitology*. 19 (1989) 725-732.

- MARTENS, W. J. M. — Climate change, thermal stress and mortality changes. *Social Science and Medicine*. 46 : 3 (1997) 331-344.
- MATOS, O. — Resumo Projecto POCTI/ESP/46369/2002. [Em linha]. Lisboa : Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002. [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.fct.mctes.pt/projectos/pub/2002/index.asp?dados=true&ficha=true&pID=46369&areaID=16>.
- MENNE, B.; EBI, K., ed. lit. — Climate change and adaptation strategies for human health (cCASHh). Geneva : WHO Regional Office for Europe, 2006.
- McMICHAEL, A. J.; GITHEKO, A. — Human health. In Climate change 2001 : impacts, adaptation, and vulnerability : third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge : Cambridge University Press, 2001. 453-485.
- MEINHARDT, P. L.; CASEMORE, D. P.; MILLER, K. B. — Epidemiologic aspects of human cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission. *Epidemiologic Reviews*. 18 : 2 (1996) 118-136.
- MELLOR, P. S.; LEAKE, C. J. — Climatic and geographic influences on arboviral infections and vectors. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*. 19 : 1 (2000) 41-54.
- MOLYNEUX, D. H. — Patterns of change in vector-borne diseases. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 91 : 7 (1997) 827-839.
- MOUCHET, J. — Airport malaria : a rare disease still poorly understood. *EuroSurveillance*. 5 : 7 (2000) 75-76.
- O'SHEAD, M. L.; FIELD, R. — Detection and disinfection of pathogens in storm-generated flows. *Canadian Journal of Microbiology*. 38 : 4 (1992) 267-276.
- OTTESEN, P. S.; LASSEN, J. — Health effects of climatic changes-possible consequences for Norway. *Tidsskrift for den Norske Laegeforening*. 117 : 1 (1997) 54-57.
- PARMESAN, C. *et al.* — Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*. 399 : 6736 (1999) 579-583.
- PARRY, M. *et al.* — Adapting to the inevitable. [Em linha]. *Nature*. 395 (1998) 741. [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.nature.com/nature/journal/v395/n6704/abs/395741a0.html>.
- PARRY, M. *et al.*, ed. lit. — Climate change 2007 : impacts, adaptation and vulnerability : fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group II. [Em linha]. Cambridge : Cambridge University Press, 2007. [Consult. Julho 2007]. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>.
- PEPERZAK, L. — Future increase in harmful algal blooms in the North Sea due to climate change. *Water Science and Technology*. 51 : 5 (2005) 31-36.
- PIRES, C. A. — Os flebótomos (*diptera, psychodidae*) dos focus zoonóticos de Leishmanioses em Portugal. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa, 2000. Tese de Doutoramento.
- PORTUGAL. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional. Direcção-Geral do Ambiente — Programa de monitorização da qualidade do ar de Lisboa. Lisboa : Direcção Geral do Ambiente, 2000.
- PORTUGAL. Ministério da Saúde. DGS — O risco de morrer em Portugal, 1999. Lisboa : Direcção Geral da Saúde, 2000.
- PORTUGAL. Ministério da Saúde. DGS — Health in Portugal : 2007. Lisboa : Direcção Geral da Saúde, 2007.
- PRÜSS, A.; HAVELAAR, A. — The global burden of disease study and applications in water, sanitation and hygiene. In FEWTRELL, L.; BARTRAM, J. ed. lit. — Water quality : guidelines, standards and health. London : IWA Publishing, 2001. 43-59.
- RIBEIRO, H. *et al.* — An attempt to infect *anopheles atroparvus* from Portugal with African *plasmodium falciparum*. *Revista Portuguesa de Doenças Infecciosas*. 12 : 2 (1989) 81-82.
- RIOUX, J. A. *et al.* — Ecologie des Leishmanioses le sud de la France. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparee*. 60 : 3 (1985) 221-229.
- RODHAIN, F.; PEREZ, C. — Précis d'entomologie médicale et vétérinaire : notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Paris : Maloine, 1985.
- ROSE, J. B. — Environmental ecology of *Cryptosporidium* and public health implications. [Em linha]. *Annual Review of Public Health*. 18 (1997) 135-161. [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://arjournals.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.publhealth.18.1.135>.
- SABATINELLI, G.; EJOV, M.; JOERGENSEN, P. — Malaria in the WHO European Region (1971-1999). [Em linha]. *EuroSurveillance* 6 : 4 (2001) 61-65. [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.eurosurveillance.org/em/v06n04/0604-222.asp>.
- SANTOS, F. D.; FORBES, K.; MOITA, R., ed. lit. — Climate change in Portugal : scenarios, impacts and adaptation measures : SIAM Project. Lisboa : Gradiva, 2002.
- SANTOS, F. D.; MIRANDA, P., ed. lit. — Alterações climáticas em Portugal : cenários, impactos e medidas de adaptação : Projecto SIAM II. Lisboa : Gradiva, 2006.
- SEMENZA, J.; NICHOLS, G. — Cryptosporidiosis surveillance and water-borne outbreaks in Europe. [Em linha]. *EuroSurveillance* 12 : 5 (2007). [Consult. 30 Jun. 2008]. Disponível em <http://www.eurosurveillance.org/em/v12n05/1205-227.asp>.
- SMITH, H. V. — The effect of free chlorine on the viability of *Cryptosporidium* spp. oocysts. Medmenham : Water Research Centre (Great Britain), 1989. (Report PRU; 2023-M).
- SOLOMON, S. *et al.*, ed. lit. — Climate change 2007 : the physical science basis : fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group I. [Em linha]. Cambridge : Cambridge University Press, 2007. [Consult. Julho 2007]. Disponível em <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>.
- SOUSA, C. A. *et al.* — Mosquitoes in Comporta, Portugal : some biological characteristics. In International Congress of Vector Ecology, 3, Barcelona, 16-21 September, 2001 — Abstract book. Barcelona : Consell Comarcal del Baix Llobregat. Society for Vector Ecology, 2001.
- WATSON R. T.; ZINYOWERA, M. C.; MOSS, R. H., ed. lit. — The regional impacts of climate change : an assessment of vulnerability : a special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group II. [Em linha]. Cambridge : Cambridge University Press, 1997. [Consult. Julho 2007]. Disponível em http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/?src=/climate/ipcc/regional/index.htm.
- WHO — The malaria situation in 1976. *WHO Chronicle*. 32 : 1 (1978) 9-17.
- WHO — Potential health effects of climatic change. Geneva : World Health Organization, 1990.
- WHO — WHO report on global surveillance of epidemic-prone infectious diseases. Geneva : World Health Organization 2000. (WHO/CDS/CSR/ISR/2000.1).
- WHO — Guidelines for the treatment of malaria. Geneva : World Health Organization, 2006.

□ Abstract

CLIMATE CHANGE IN EUROPE : IMPACT ON HUMAN PARASITIC DISEASES

The Earth's climate is not constant and its natural changes obey to relatively well defined cycles. The abnormal increase that has recently been observed in temperature largely exceeds the natural climate changes from the last 1000 years. The most recent studies state that the causes of global warming are associated with the increase of anthropogenic emissions of greenhouse gases to the atmosphere.

Future climate change scenarios indicate that the major impacts on Europe will be the increase of temperature, sea-level rise and higher frequency and intensity of extreme events, such as storms, heat waves, floods and droughts.

In order to develop adaptation policies that allow an adequate prevention and minimize major climate change impacts it is fundamental to understand their impact on different sectors of society. Having in mind the importance to the human health sector, the aim of the present work was to review scientific literature in order to assess the impacts of climate change on human parasitic diseases in Europe.

The main climate change impacts expected on health are associated with the occurrence of meteorological extreme events probably causing an increase of mortality, the intensification of air pollution with consequences on cardio-respiratory diseases, and the increase of infection diseases, especially water and vector-borne diseases.

On the present work we focused on parasitic diseases that are estimated to suffer a more significant climate impact: Cryptosporidiosis, Malaria and Leishmaniasis.

Following intense rainfall events and floods the risk of waterborne disease is estimated to increase mainly by Cryptosporidiosis outbreaks. Nevertheless, the good current sewage and public water supply conditions in Europe are expected to remain waterborne diseases at low risk. The risk of vectorborne diseases is also expected to increase due to vector

geographic distribution changes and longer transmission seasons. The major concerns in Europe are focused on the potential re-introduction of Malaria on Eastern Europe, the introduction of Dengue vector on South of Europe, namely on Portugal, the increase of infection by *Leishmania* and on the increase of tick-borne diseases, like European Encephalite and Lyme disease.

Due to a history of endemism and recent re-introduction in some Eastern Europe countries, Malaria is becoming a concern in Europe. It is expected that the Malaria risk of transmission increases on Eastern Europe and that «airport» Malaria cases increase on Western Europe. Due to current endemism situation of Visceral Leishmaniasis in the Mediterranean Region and global warming, the current limits of vector distribution and of the disease are expected to extend to North of Europe. Furthermore, this might be aggravated by the fact that Leishmaniasis is an opportunist infection among HIV patients.

In Portugal it is estimated that air temperature will be the major determinant of endemic parasitic diseases whereas of non-endemic ones it will be the introduction of infected vectors. The current risk of Malaria transmission in Portugal is very low, and it is not expected to change in the near future, unless there would be a focal introduction of infected vectors. Leishmaniasis current risk of transmission in Portugal is medium. As both significant increase in days with favorable temperatures to vector survival and possible expansion of vector distribution in Portugal are expected, the risk of contracting Leishmaniasis may become higher in the country.

Although the advances on reducing greenhouse gases emission achieved with Kyoto Protocol, this protocol will have low efficiency in avoiding the temperature increase of the next 50 years. Thus the development of adaptation policies to attenuate the negative impacts of climate change on human health is a major demand.

Keywords: climate change; Europe; health; parasitic diseases; Malaria; Leishmaniose; Criptosporidiose.