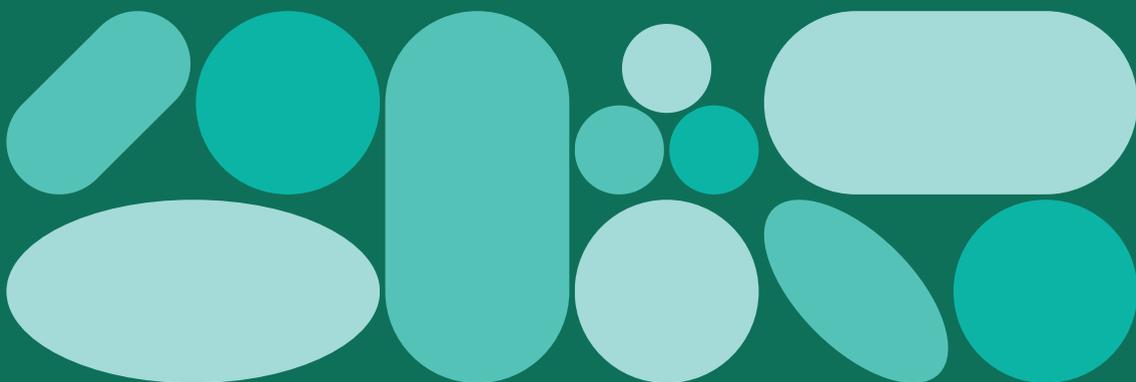


saúde

impactos, vulnerabilidades e adaptação
às alterações climáticas



SAÚDE

impactos e vulnerabilidades às alterações climáticas

AUTORES

Elsa Casimiro
José M. Calheiros
Carla Selada

SUMÁRIO

Este estudo procede à avaliação dos impactes das alterações climáticas na saúde humana dos residentes na ilha da Madeira, com vista a reduzir a sua vulnerabilidade a doenças associadas às alterações climáticas. Neste relatório descrevem-se os possíveis impactes enquanto que as medidas de adaptação para reduzir os impactes e, conseqüentemente, reduzir a vulnerabilidade da população a esses impactes serão discutidas num relatório subsequente.

No presente estudo foram usados os seguintes cenários temporais futuros: um cenário a curto prazo (A2:2010_2039), dois cenários a médio prazo (A2:2040_2069 e B2:2040_2069) e dois cenários a longo prazo (A2:2070_2099 e B2:2070_2099). Os resultados obtidos mostram que, relativamente ao cenário de referência (1970-1999), em todos os cenários futuros a temperatura aumenta, enquanto a precipitação decresce.

Com base na informação e dados disponíveis foram avaliados os impactes na saúde associados às ondas de calor, à qualidade do ar (partículas inaláveis – PM_{10} , ozono troposférico, e pólenes) e às doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças).

Tendo por base a definição de onda de calor da Organização Meteorológica Mundial, concluímos que, atualmente, o impacte na saúde resultante de episódios de onda de calor é muito baixo (vulnerabilidade atual neutro). Nos cenários futuros é expectável que os episódios de onda de calor possam vir a aumentar, com maior significância no cenário de longo prazo.

Os impactes associados à qualidade do ar apenas foram avaliados para o Funchal. Em relação à concentração de partículas inaláveis – PM_{10} – verificámos que este poluente tem, atualmente, um impacte negativo para a saúde (vulnerabilidade atual muito negativo) sendo expectável o agravamento desta situação no futuro. Em contraste com as PM_{10} , as concentrações de ozono atuais não têm tido um impacte significativo na saúde (vulnerabilidade atual neutro). É provável que no futuro venha a verificar-se um aumento gradual dos impactes na saúde, associados com as concentrações mais elevadas de PM_{10} e também ozono, com maior nível de preocupação a longo prazo para ambos os cenários. Os impactes na saúde associados aos pólenes também deverão vir a ser uma maior preocupação no futuro embora associados a uma distribuição sazonal diferente da atual (vulnerabilidade atual negativo).

As doenças que oferecem uma maior preocupação numa perspetiva de saúde pública são as transmitidas pelas espécies de mosquitos - *Aedes aegypti* e *Culex pipiens* e carraças - *Ixodes ricinus*. É expectável que no futuro a Madeira, esteja especialmente vulnerável a estes impactes devido ao seu clima ameno, à sua rica flora e fauna e à sua localização geográfica.

O mosquito *Aedes aegypti*, foi detetado pela primeira vez na Madeira em 2005, actualmente não se encontrando infetado com nenhum dos vírus considerados como preocupação de saúde pública (dengue, febre-amarela, chikungunya). Contudo, encontrou condições favoráveis à sua proliferação e viria a ser o responsável pelo surto de febre de dengue de 2012/2013. Neste estudo procedemos apenas à avaliação do risco de transmissão para a dengue assumindo que os riscos de transmissão são idênticos para as doenças anteriormente mencionadas pois os vírus são transmitidos pelo mesmo vetor. No cenário de referência assumindo que a população de mosquitos está infetada, o risco estimado de transmissão da dengue foi baixo (vulnerabilidade atual negativo). O risco de transmissão aumenta para baixo-médio (cenário de curto prazo), risco médio (cenários de médio prazo) e alto (cenário climático A2 de longo prazo).

Atualmente, o mosquito *Culex pipiens*, os estudos disponíveis revelam, não está infetado com o vírus do Oeste do Nilo e, conseqüentemente, o risco atual desta doença é insignificante. Se a população de *Culex pipiens* ficar infetada, então o risco de transmissão da febre do Oeste do Nilo considerou-se médio para o período de referência (vulnerabilidade atual negativo) e no cenário de curto prazo, passando para um nível de risco médio-alto nos cenários de médio prazo e para um risco alto nos cenários de longo prazo.

A carraça *Ixodes ricinus* está atualmente infetada com vários agentes patogénicos incluindo a *Borrelia lusitaniae*, a bactéria responsável pela doença de Lyme (ou Borreliose). O risco atual de transmissão da doença de Lyme foi avaliado como médio (vulnerabilidade atual muito negativo). No futuro o risco de transmissão desta doença é provável que se mantenha médio, podendo as alterações climáticas vir a alterar os períodos sazonais favoráveis para a transmissão da doença.

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas representam riscos reais para a saúde humana afetando a mesma por três vias básicas (Figura 1):

- Impactes diretos, que se relacionam principalmente com alterações na frequência de eventos extremos incluindo calor, seca e chuvas intensas,
- Efeitos mediados através dos sistemas naturais, por exemplo, doenças transmitidas por vetores, doenças transmitidas pela água e poluição atmosférica,
- Efeitos mediados por sistemas humanos, por exemplo, impactes ocupacionais, subnutrição, alterações nos sistemas de infraestruturas sanitárias básicas e de prestação de cuidados de saúde.

Está bem documentado que, as alterações climáticas não são, muitas vezes, a única causa do aumento dos impactos na saúde sensíveis ao clima, mas interagem com outros problemas de saúde pública.

Com a extensão e ritmo crescentes dos fenómenos associados às alterações climáticas, é previsível que se constituam como um dos mais relevantes problema de saúde pública nas próximas décadas (Smith et al., 2014). Uma vez que estes efeitos refletem as condições ambientais e sociais das populações, estas consequências sobre a saúde variam, obviamente, entre países e regiões.

Neste capítulo são apresentados os resultados da avaliação dos impactes das alterações climáticas na Saúde dos residentes da ilha da Madeira, indicando o sentido potencial da mudança.

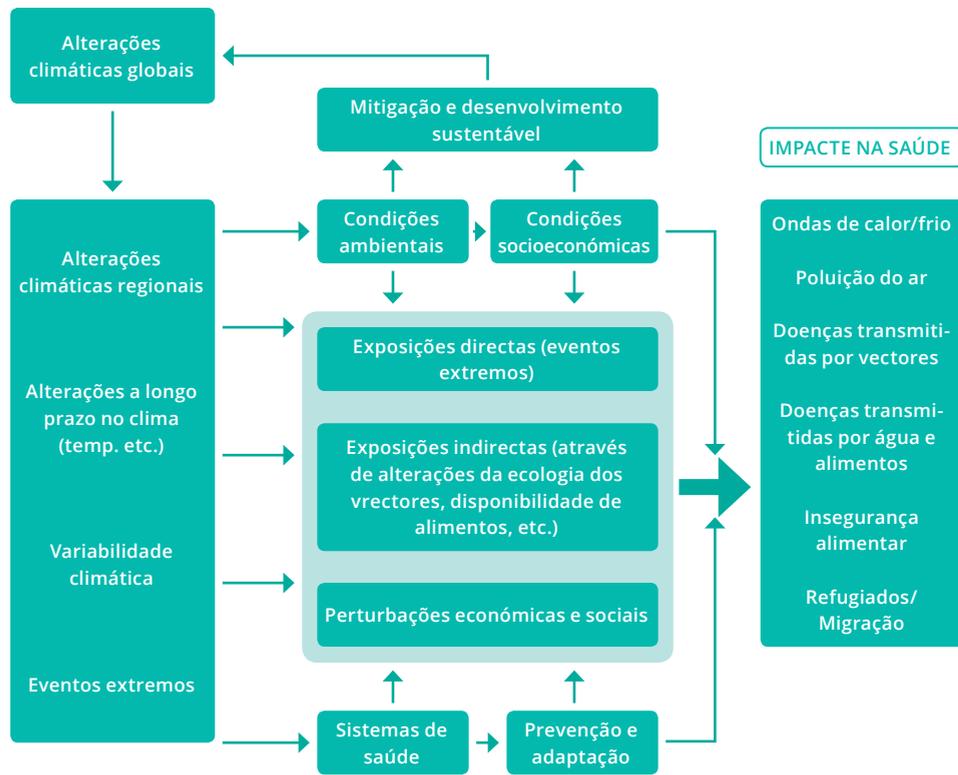


Figura 1 – Relações entre as alterações climáticas globais e os impactos na saúde.

1.1. Caracterização do Estado da Saúde na Madeira

Os dados disponíveis reportam-se à RAM e não se encontram desagregados para a ilha da Madeira, objeto deste estudo.

Em 31 de dezembro de 2013, a população residente na RAM foi estimada em 261 313 habitantes, em que 47% são homens e 53% são mulheres. Do total da população residente na RAM, 16% têm idade inferior ou igual a 14 anos, 69% têm entre 15 e 64 anos e 15% têm idade superior ou igual a 65 anos (INE, 2014).

A população residente na RAM tem vindo a decrescer desde 2011 como se ilustra na Figura 2. Para esta variação populacional contribuiu o saldo migratório negativo (-1 181 indivíduos) e o saldo natural negativo (-597 pessoas). O concelho com mais população é o Funchal, com 41% da população da RAM, seguido de Santa Cruz, com 17% e de Câmara de Lobos, com 13%. A densidade populacional do Arquipélago da Madeira é de 334 habitantes/km² e no concelho do

Funchal é de 1469 habitantes/km², correspondendo ao concelho com maior densidade populacional da RAM (DREM, 2014).

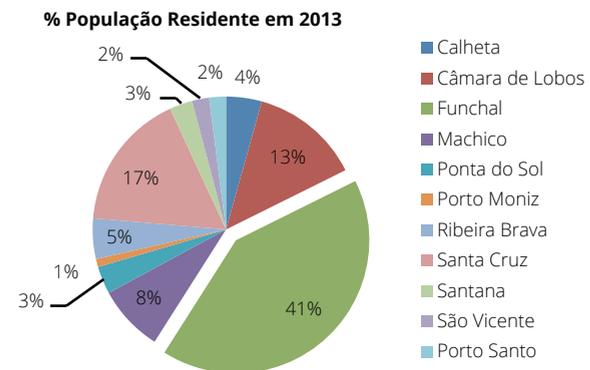
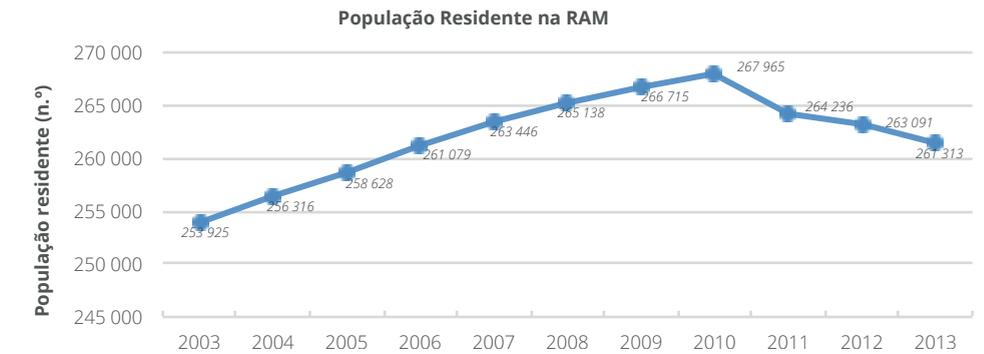


Figura 2 – População residente na RAM entre os anos de 2003 a 2013

A taxa de natalidade, na RAM, em 2013, foi de 7,0 nados vivos por 1 000 habitantes, a taxa de mortalidade geral foi de 9,3 óbitos em 1 000 habitantes. Ambas foram inferiores às taxas nacionais, com 7,9 e 9,3, respetivamente. A taxa de mortalidade infantil foi de 2,7 óbitos por 1 000 nados vivos. O índice de envelhecimento na RAM foi de 95,0 pessoas idosas por cada 100 jovens, inferior ao nacional de 138,9. A esperança de vida (2011-2013) na RAM é de 77,49 anos, inferior à esperança de vida em Portugal continental (80 anos).

Quanto às principais causas de morte, verifica-se que a primeira grande causa são as doenças do aparelho circulatório, responsáveis por 27% dos óbitos, seguida da mortalidade por tumores malignos, com 23% e pelas doenças do aparelho respiratório, com 19% (DREM, 2013).

O número de óbitos variou ao longo dos meses do ano, com os valores mais elevados a registarem-se em dezembro (265 óbitos) e janeiro (264 óbitos), com o valor mais baixo a ocorrer no mês de junho (163 óbitos) (DREM, 2014). Esta realidade mostra um padrão de mortalidade sazonal, em que o maior número de mortes ocorre no inverno e o menor número de mortes ocorre no verão, semelhante ao que se verifica no continente.

Os indicadores das condições higiénico-sanitárias na Madeira são muito bons: 99% da população residente é servida por sistema de abastecimento de água (público e privado) e 96% da mesma população é servida por sistemas de drenagem de águas residuais (INE, 2012).

O serviço de saúde da RAM é constituído por 7 hospitais, sendo 1 público e 6 privados. O número de Centros de Saúde é de 49. Em 2012, existiam 28 médicos e 82 enfermeiros por cada 10 000 habitantes. No mesmo ano a lotação média praticada em relação a camas de internamento em hospitais foi de 1 860, o que correspondeu a um rácio de 7,1 camas por 1 000 habitantes (DREM, 2014). A taxa de ocupação de camas nos estabelecimentos de saúde na RAM, em 2012, foi de 80% (INE, 2012).

1.2. Identificação de possíveis impactes na saúde

Ao longo da última década tem sido elaborado um número crescente de estudos analisando os possíveis impactes das alterações climáticas em Portugal. O relatório do SIAM I constitui o primeiro estudo nacional de um país do sul da Europa em que foi avaliada a relação entre as alterações climáticas e o seu impacto na saúde humana. Neste estudo os impactes foram avaliados para Portugal continental (Casimiro & Calheiros 2002). Subsequentemente, estes impactes foram avaliados a um nível regional para Portugal continental no projeto SIAM II (Calheiros & Casimiro 2006), assim como, para a Região Autónoma da Madeira (RAM) no projeto CLIMAAT II (Casimiro et al., 2006). Reconhecendo a necessidade de dispor de informação sobre os potenciais impactes a um nível local, vários municípios têm promovido a realização de estudos sobre os impactes na saúde decorrentes das alterações climáticas ao nível municipal. Um exemplo é o estudo integrado no “Plano Estratégico do Concelho de Cascais face às Alterações Climáticas” (Casimiro et al., 2010).

No estudo CLIMAAT II os impactes foram avaliados a um nível regional, separadamente, para a ilha da Madeira e para a ilha de Porto Santo. No presente estudo procede-se a uma avaliação detalhada dos potenciais impactes sobre a saúde resultantes das alterações climáticas em cada um dos 10 concelhos da ilha da Madeira.

Na tabela 1 apresentam-se os potenciais impactes sobre a saúde dos residentes da ilha da Madeira investigados, considerando uma perspetiva local tal como se procedeu na avaliação do projeto CLIMAAT II.

Neste estudo, alguns dos referidos impactes foram avaliados com maior detalhe visando contribuir para reduzir/evitar a vulnerabilidade da população e dos turistas ao desconforto e a doenças associadas com as alterações climáticas na Madeira.

Tabela 1 – Potenciais impactes das alterações climáticas sobre a saúde na ilha da Madeira.

IMPACTE SOBRE A SAÚDE	ASSOCIADO A
Aumento do desconforto, morbidade e mortalidade associados ao calor	Temperaturas mais elevadas com possíveis “Ondas de Calor” mais frequentes e intensas
Diminuição do desconforto, morbidade e mortalidade associados ao frio	Invernos mais moderados
Aumento da prevalência de afeções respiratórias e cardiovasculares	Deterioração da qualidade do ar
Aumento da mortalidade e morbidade geral devido a alterações de saúde mental	Inundações, tempestades, secas, e fogos
Aumento da incidência de doenças transmitidas pela água e alimentos	Inundações, secas, temperaturas mais elevadas, subida do nível do mar
Mudanças na distribuição e frequência das doenças transmitidas por vetores e roedores	Temperaturas mais elevadas, secas, inundações, e alterações da humidade

2. METODOLOGIA

Neste estudo os impactes foram avaliados por concelho da Região Autónoma da Madeira (Figura 3). Os dados de clima para o período de referência e para os cenários futuros foram obtidos através dos resultados obtidos no CLIMAAT II. Foram extraídos os dados para cada parâmetro climático em função da latitude e longitude de cada concelho da ilha da Madeira e reunidos num único conjunto de dados representativos do clima para esse concelho.



Figura 3 – Concelhos da Região Autónoma da Madeira

No presente estudo foram usados três cenários temporais futuros: um cenário a curto prazo (A2:2010_2039), dois cenários a médio prazo (A2:2040_2069 e B2:2040_2069), e dois cenários a longo prazo (A2:2070_2099 e B2:2070_2099).

A Figura 4 sumariza a mudança climática em cada concelho relativamente ao cenário de referência (1970-1999). Estes resultados mostram que em todos os cenários a temperatura aumenta, enquanto a precipitação decresce. Estas tendências verificam-se em todos os dez concelhos.

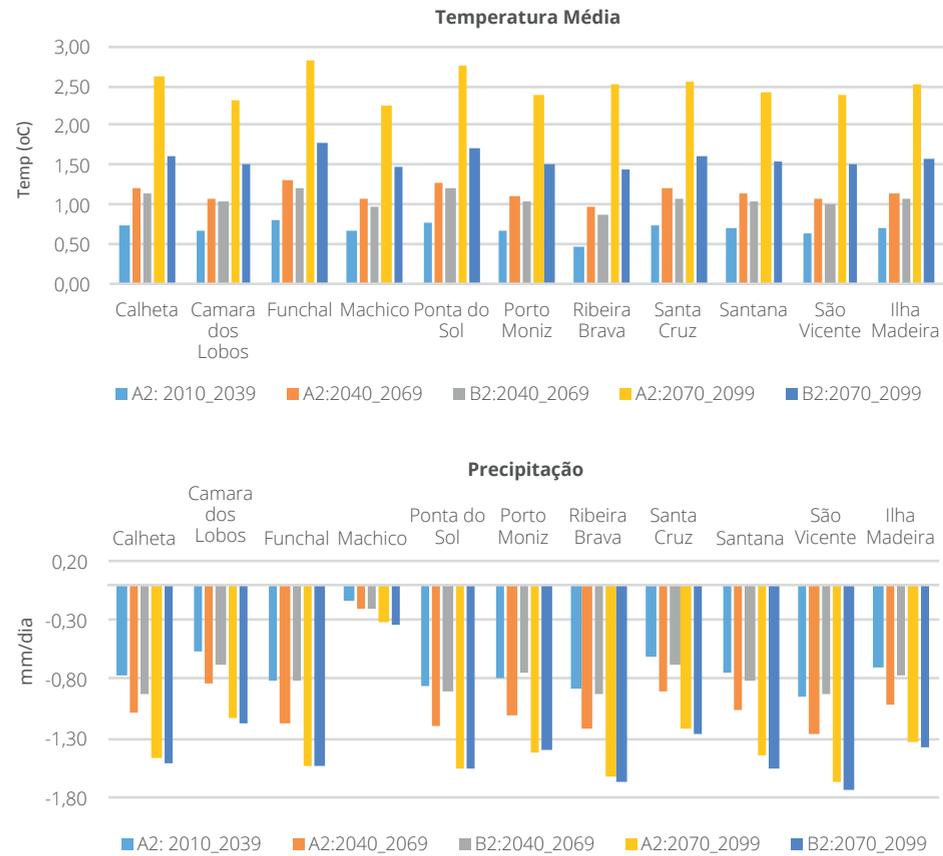


Figura 4 – Mudança climática em cada concelho relativamente ao cenário de referência

Com base na informação e nos dados disponíveis, avaliaram-se em maior detalhe os seguintes impactes:

- 1) Mortalidade associada às ondas de calor;
- 2) Mortalidade e morbilidade associada à qualidade do ar (ozono troposférico e pólenes);
- 3) Doenças transmitidas por vetores.

Os métodos utilizados para avaliar os impactes das alterações climáticas na saúde foram semelhantes aos descritos por Casimiro e colaboradores (2006). A Figura 5 demonstra os principais passos da metodologia aplicada.

Durante a avaliação de cada resultado na saúde, foram considerados os seguintes pontos:

- Constitui o impacto estudado um problema atual de saúde na região?
- Existem registos históricos que indiquem que o impacto era um problema de saúde no passado?
- Qual a relação clima-saúde para o impacto?
- Supondo que as relações clima-saúde acima indicadas são válidas para todos os cenários de alteração climática, que mudanças na saúde podemos esperar que ocorram?

Segue-se uma descrição detalhada de cada impacte avaliado.

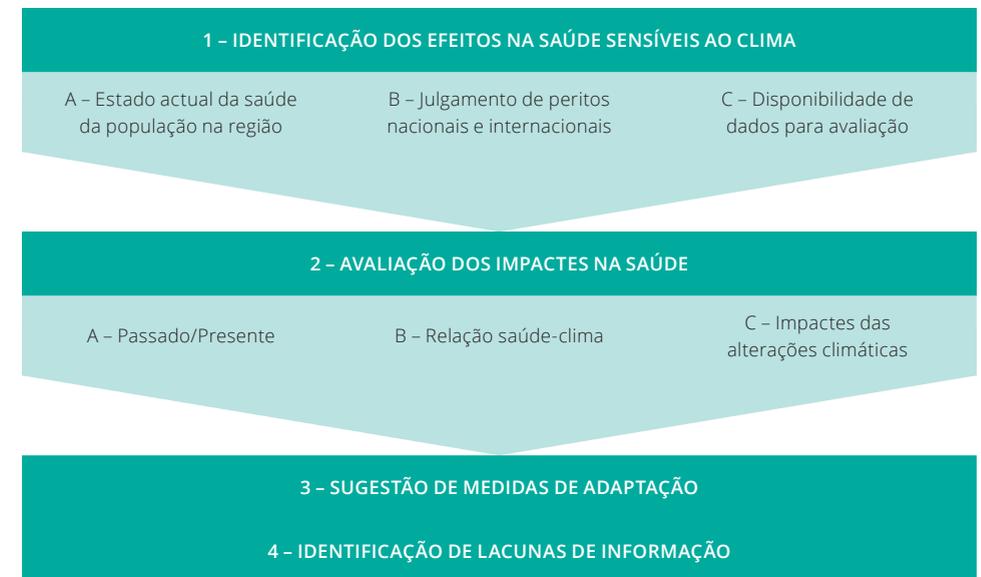


Figura 5 – Metodologia de avaliação dos impactes das alterações climáticas na saúde

3. RESULTADOS

3.1. Impactes relacionados com o calor

De acordo com o último relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), a média da temperatura à superfície terrestre e oceânica a nível global sofreu um aquecimento de 0,85°C, no período entre 1880 e 2012. Ainda, segundo este relatório, é muito provável que as temperaturas continuem a aumentar no século XXI em toda a Europa e região Mediterrânica, assim como a duração, frequência e/ou intensidade de episódios de calor ou ondas de calor em toda a região (IPCC, 2013).

A Região Autónoma da Madeira, à semelhança de outras regiões e países, apresenta um comportamento sazonal da mortalidade diária função de diversas variáveis ambientais, especialmente a temperatura, como diversos estudos ilustram (Montero, 1997; Alberdi, 1998; Keating, 2000) tal como em Portugal continental (Almeida et al., 2010).

Em vários destes estudos, foi encontrada uma curva em forma de J, U ou V na análise da associação entre mortalidade e temperatura, sendo observada a mortalidade mais elevada nos extremos de temperatura e mortalidade mais baixa para temperaturas moderadas (Curriero, 2002; Kunst, 1993; Huynen, 2001; Larsen, 1990, Almeida et al., 2010).

Contudo, a população humana está normalmente aclimatizada ao seu clima local, em termos fisiológicos e comportamentais sendo a sua capacidade de se adaptar a diferentes ambientes e climas considerável. (Kovats, 2007)

Diversos estudos sugerem que as pessoas com doenças cardiovasculares e respiratórias pré-existent têm um risco aumentado de morte associado à exposição ao calor e que o risco é maior para alguns grupos da população, incluindo os idosos, as crianças, as pessoas de baixo estatuto socioeconómico (Basu, 2002 Michelozzi et al., 2007, Rey et al., 2007) e as pessoas acamadas e medicadas com certos fármacos capazes de modificar a capacidade termoreguladora (McGeehin e Mirabelli, 2001) como fenotiazinas e barbitúricos (WHO, 2004).

Por outro lado, as condições meteorológicas que ocorrem durante períodos de calor intenso/ondas de calor favorecem o agravamento da poluição atmosférica, nomeadamente o aumento dos teores de poluentes como o ozono troposférico e as partículas. Uma vez que, na maioria das vezes, as temperaturas elevadas e a poluição do ar coincidem, é, em regra, difícil isolar os efeitos na saúde resultante destas duas exposições (Euroheat, 2009).

Os efeitos das temperaturas elevadas e das ondas de calor dependem do nível de exposição (frequência, gravidade e duração), da dimensão da população exposta e de vulnerabilidade da população. Outros fatores que contribuem para o impacto do calor intenso incluem a altura do ano em que ocorre a onda de calor, o comportamento da população durante este evento e a resposta dos serviços de saúde. Alguns estudos indicam que a ocorrência de temperaturas extremas no início da época estival, está habitualmente associada a um maior número de mortes quando comparada com ocorrências mais tardias. Desta forma, não é surpreendente que a relação entre a temperatura e os seus efeitos na saúde revele alguma heterogeneidade entre populações e em função da sua localização geográfica (Koppe, 2003).

A exposição prolongada, principalmente durante vários dias consecutivos, pode provocar efeitos negativos na saúde humana, manifestando-se sobretudo através do agravamento de doenças crónicas (principalmente as cardio-respiratórias) e de doenças relacionadas com o calor: câibras, esgotamento e, nas situações mais graves, o golpe de calor.

Atualmente, muitos países europeus, incluindo Portugal, têm implementado sistemas de vigilância e alerta, dos quais constam ações e medidas de prevenção para fazer face aos riscos para a saúde, associados a fenómenos meteorológicos extremos. Tais sistemas constituem importantes medidas de adaptação às alterações climáticas, que têm como objetivo melhorar a atuação dos serviços de saúde e de resposta social em períodos de maior risco, contribuindo assim para aumentar a resiliência da população (PCTEA, 2014).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, os episódios de onda de calor devem ser definidos pelas condições meteorológicas locais, assim como, a avaliação dos impactos provocados pelo calor intenso na saúde das populações locais. Um estudo de uma série temporal relacionando estes dois parâmetros permite identificar um limiar meteorológico acima do qual os efeitos na saúde se tornam significativos. Quando as condições meteorológicas excedem este limiar consideramos estar perante uma “onda de calor”.

No presente estudo não foi possível determinar uma relação de séries temporais por não estarem disponíveis os dados necessários (i.e. mortalidade diária, dados de qualidade do ar ambiente e dados meteorológicos para os vários concelhos). Portanto, para a finalidade deste estudo utilizámos a definição climatológica de índice de duração de onda de calor (HWDI – Heat Wave Duration Index) da Organização Meteorológica Mundial (WCDMP-No.47, WMO-TD No. 1071), na qual se considera que ocorre uma onda de calor quando, num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos, as temperaturas máximas do ar são 5°C superiores à média das temperaturas máximas no período de referência (1971-2000) (IPMA).

É de realçar, no entanto, que esta definição está mais relacionada com o estudo e a análise da variabilidade climática do que com os impactos na saúde pública.

Nestas circunstâncias os procedimentos seguidos foram os seguintes:

- Passo 1: determinar a média da temperatura máxima para cada mês do período de referência (1970-1999), por concelho.
- Passo 2: para cada cenário climático, determinámos o número de dias de *stress* por calor em cada mês. Os dias de *stress* provocado pelo calor foram identificados como sendo aqueles com o valor da média da temperatura máxima superior em 5°C relativamente ao cenário de referência.

Esta análise focou-se nos meses mais quentes (de abril a outubro).

Os resultados obtidos revelam (Tabela 2) que durante o período de referência muito poucos episódios de onda de calor são revelados para a ilha da Madeira. Os concelhos com maior probabilidade de sofrerem os impactos de uma onda de calor foram Machico e Ponta do Sol. Globalmente, o impacto na saúde resultante de uma onda de calor foi muito baixo (vulnerabilidade atual neutro).

No cenário de curto prazo (2010-2039), é previsível um ligeiro aumento do número de dias de *stress* por calor, com uma maior probabilidade de ocorrerem episódios de onda de calor nos concelhos de Machico, Ponta do Sol, Ribeira Brava e Calheta. O mês com maior impacto será junho, seguido de outubro e abril. O impacto na saúde é expetável que seja negativo.

No médio prazo (2040-2069), o número de episódios de onda de calor é provável que duplique. Os resultados para os cenários A2 e B2 indicam que os concelhos mais afetados serão Machico e Ponta do Sol seguidos por Câmara de Lobos, Ribeira Brava, São Vicente, Calheta, Santana e Porto Moniz. Abril será o mês com maior impacto seguido de outubro, setembro, maio e junho. O impacto na saúde é expetável que seja muito negativo tanto para o cenário A2 como para o B2.

A longo prazo (2070-2099), um aumento significativo de episódios de onda de calor é esperado. Apesar do aumento ser mais evidente no cenário A2, o padrão global é similar para ambos os cenários avaliados. É provável que ocorram episódios de onda de calor em todos os concelhos, mas com maior significância em Ponta do Sol e Ribeira Brava, seguidos de Calheta e Funchal. Abril e maio serão os meses mais afetados, enquanto julho e agosto serão os menos afetados. O impacto na saúde é expetável que seja muito negativo para o cenário B2, admitindo-se que possam ocorrer níveis críticos para o cenário A2.

A Tabela 2 mostra o número de possíveis episódios de onda de calor expetáveis de ocorrer no período entre abril e outubro, por concelho no período de referência, a curto prazo, a médio prazo e a longo prazo e para cada um dos cenários avaliados.

Tabela 2 – Número de possíveis episódios de onda de calor prováveis de ocorrer entre abril e outubro

	1970_1999		A2 2040-2069		B2 2040-2069		A2 2070-2099		B2 2070-2099	
	1970_1999	2010_2039	2040-2069	2040-2069	2070-2099	2070-2099	2070-2099	2070-2099	2070-2099	2070-2099
Calheta	0	1	2	1	32	5				
Câmara de Lobos	0	0	6	3	15	5				
Funchal	0	0	1	0	33	4				
Machico	2	4	10	4	7	5				
Ponta do Sol	1	2	8	6	48	15				
Porto Moniz	0	0	1	0	7	1				
Ribeira Brava	0	2	2	2	49	10				
Santa Cruz	0	0	0	0	14	1				
Santana	0	0	1	1	11	1				
São Vicente	0	0	2	2	16	4				

A Figura 6 apresenta a distribuição mensal do possível número de eventos de onda de calor para cada concelho, no período de referência e para cada um dos cenários avaliados.

3.2. Impactes associados à qualidade do ar

Os diversos estudos que analisaram as alterações climáticas globais e os efeitos na saúde relacionados com a poluição do ar indicam que os impactos mais preocupantes são, sobretudo, os que estão associados à exposição ao ozono troposférico (O₃) e aos agentes aerobiológicos (pólenes entre outros) (Smith et al., 2014). Devido à sua localização geográfica, a RAM é também vulnerável a fenómenos de intrusão de massas de ar provenientes de desertos africanos que transportem partículas, contribuindo desta forma para elevar as concentrações de partículas (PM₁₀) no ar ambiente.

A presença de poluentes atmosféricos como o dióxido de azoto (NO₂), partículas (PM₁₀) e ozono têm um efeito sinérgico de alergia respiratória com os pólenes. As pessoas que vivem em áreas urbanas são mais afetadas por este tipo de alergias respiratórias do que as pessoas que vivem em áreas rurais (D'Amato et al. 2007).

Na RAM, os dados sobre a concentração atmosférica de O₃ e PM₁₀ são apenas monitorizados na cidade no Funchal. A concentração de O₃ é medida em duas estações (Quinta Magnólia e São Gonçalo). As PM₁₀ são medidas nas mesmas estações, assim como, numa terceira estação (São João). Apesar de os dados de monitorização estarem disponíveis desde 2003, existem, com

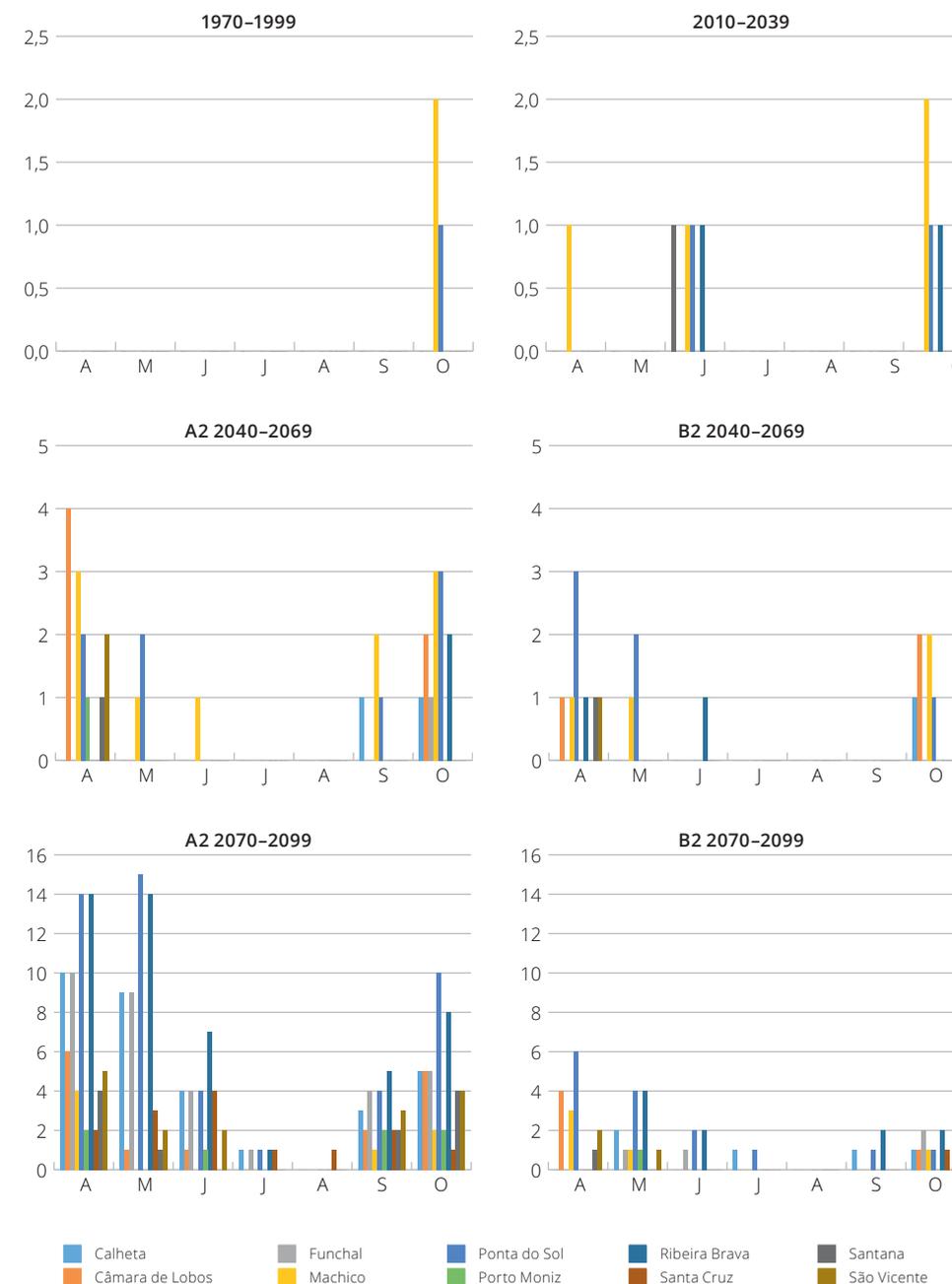


Figura 6 - Distribuição mensal do número possível de eventos de onda de calor para cada concelho

frequência, períodos com falta de dados. De acordo com a OMS, para avaliar o impacto na saúde, apenas os dados das estações de monitorização com 90% de eficácia devem ser usados, pelo que limitámos a nossa investigação ao período entre 2006 e 2010. Durante este período, os níveis de O_3 não excederam os limiares que requerem a emissão de avisos de saúde pública. No entanto, os valores de concentração de PM_{10} estabelecidos por lei para proteção da saúde foram excedidos frequentemente.

3.2.1. Partículas (PM10)

As partículas inaláveis – PM_{10} – constituem um dos poluentes atmosféricos com maior impacto na saúde pública. A exposição a estas partículas pode conduzir a situações como irritação nos olhos, nariz e garganta e tosse, e ao aparecimento de doenças pulmonares crónicas.

Durante o período de estudo (2006-2010), a concentração anual média de PM_{10} foi de $26,9 \mu g/m^3$. O ano de 2009 foi o ano com menores níveis de PM_{10} (concentração anual média de $21,6 \mu g/m^3$), enquanto 2004 foi o ano com os níveis de PM_{10} mais elevados (concentração anual média de $30,4 \mu g/m^3$). Estes valores anuais de PM_{10} encontram-se acima dos valores de referência da OMS ($<20 \mu g/m^3$), o que poderá acarretar um claro impacto negativo na saúde da população (vulnerabilidade atual muito negativo).

As concentrações de $PM_{2,5}$ no Funchal são também medidas pelo mesmo sistema da rede de qualidade do ar. A relação $PM_{2,5}/PM_{10}$ é frequentemente inferior a 0,5 indicando que a maioria das partículas que compõe a fração de PM_{10} é de origem natural (poeiras do deserto, incêndios florestais, etc.) e não proveniente das atividades humanas locais como o tráfego automóvel. Estas são as que são influenciadas pelos sistemas de transporte de longo curso.

As concentrações futuras de PM_{10} dependem do clima e das emissões futuras. Como a avaliação das emissões futuras de PM_{10} não faz parte do âmbito deste estudo, procedeu-se à avaliação dos impactos das alterações climáticas nas concentrações futuras de PM_{10} , assumindo que os níveis atuais de emissões antropogénicas se irão manter. Num clima mais seco e quente, é muito provável que o risco de incêndios florestais/silvestres aumente, aumentando assim as emissões de PM_{10} , especialmente nos meses mais quentes. Geralmente, após um evento de precipitação, os níveis de PM_{10} decrescem, uma vez que as partículas são depositadas no solo. Assim, num clima futuro com menos dias de precipitação, é provável que a concentração de PM_{10} aumente. Em conclusão, assumindo os níveis atuais de emissões antropogénicas num clima mais seco e quente, é provável que a concentração de PM_{10} aumente em relação ao presente, e consequentemente o mesmo aconteça com os impactos na saúde respiratória e cardiovascular associados a níveis mais elevados de PM_{10} . O impacto negativo na saúde é provável que aumente gradualmente durante o próximo século atingindo níveis críticos à medida que nos aproximarmos do final do século.

3.2.2. Ozono troposférico

Os impactos na saúde relacionados com a exposição ao ozono troposférico resultam do facto do ozono ser um poderoso oxidante, capaz de danificar os tecidos do aparelho respiratório e dos pulmões. O ozono é também conhecido por causar danos na vegetação e nos ecossistemas.

Os impactos na saúde a curto prazo de uma exposição ao ozono incluem:

- Irritação do sistema respiratório, provocando tosse, irritação na garganta e desconforto no peito;
- Inflamação e destruição das células da mucosa brônquica;
- Aumento do número de admissões nos hospitais causadas por doenças cardio-respiratórias;
- Agravamento da asma e de outras doenças respiratórias crónicas, como a doença pulmonar obstrutiva crónica, enfisema e bronquite, potencialmente fatais.

Os grupos da população mais vulneráveis às exposições do O_3 são: as crianças, os adultos que praticam exercício ou trabalham ao ar livre e as pessoas com doenças respiratórias tais como asma, enfisema e bronquite.

Os níveis de ozono na RAM são geralmente mais baixos do que em Portugal continental. Durante o período entre 2006 a 2009, a média anual de base octo-horária do O_3 (8 horas) para o Funchal foi $42,13 \mu g/m^3$. Em contraste com as medições de PM_{10} , 2009 foi o ano com os maiores (níveis de ozono e 2004 o ano com menores concentrações. Não obstante, a média anual 8hr/valores durante este período de avaliação foi sempre inferior aos valores de referência da OMS ($100 \mu g/m^3$). Assume-se que o impacto na saúde dos níveis de ozono atuais no Funchal são de pouca preocupação para a saúde pública (vulnerabilidade atual neutro).

O ozono troposférico é formado através de reações fotoquímicas que envolvem óxidos de nitrogénio (NO_x), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4) e compostos orgânicos voláteis (COVs) na presença de luz solar. Principalmente nos meses de verão, verificam-se condições propícias à sua formação, nomeadamente, dias de insolação intensa e constante, temperaturas elevadas e vento fraco. Portanto, se a temperatura subir, é expectável um aumento da produção de ozono especialmente nas áreas urbanas e nas zonas envolventes (Smith et al., 2014).

Apesar de não fazer parte do âmbito deste estudo determinar a concentração dos precursores de ozono sob os cenários das alterações climáticas, é razoável assumir que o aumento da urbanização, o uso de combustíveis de biomassa e o desenvolvimento industrial com ausência de controlo de emissões, conduzirão certamente a um aumento dos precursores químicos do ozono. Como mostra a Figura 4, todos os cenários climáticos usados neste estudo apontam para temperaturas mais altas. Consequentemente é muito provável que os níveis de ozono no Funchal aumentem, assim como, os impactos respiratórios associados. Este impacto é provável que aumente à medida que a temperatura aumenta, estimando-se que num cenário climático de curto prazo possa resultar um impacto negativo na saúde, que muito provavelmente se transformará num claro impacto negativo a médio prazo (para os cenários A2 e B2) e atinja níveis críticos de preocupação para a saúde a longo prazo para ambos os cenários climáticos.

3.2.3. Pólenes

O pólen é um dos poluentes responsáveis por provocar alergias. A formação de grandes e concentradas fontes de emissão de pólenes está diretamente ligada à baixa diversidade de espécies utilizadas em espaços verdes e vias públicas urbanas (D'Amato, 2007; Cariñanos, 2011). As pessoas que vivem em áreas urbanas têm 20% mais probabilidade de sofrer de alergias ao pólen do que as pessoas que vivem em áreas rurais (D'Amato, 2007; Ogren, 2002).

A principal causa de alergia por pólenes ou polinose em Portugal assim como em outros países da Europa na região Mediterrânea são as Gramíneas ("fenos"), seguida da Erva Parietária ("ervas daninhas") e entre as árvores o pólen da Oliveira é o principal responsável pelas alergias (SPAIC).

Os dados de monitorização de pólenes indicam diferenças notificáveis no espectro de pólenes atmosféricos entre Portugal continental e o Funchal. No Funchal predominam as espécies Poaceae e Urticaceae, plantas ornamentais (Asteraceae, Boraginaceae, Cupressaceae) e as da costa norte da cidade (Ericaceae, Myrtaceae e Pinaceae). A primavera e o início do verão são os meses com uma maior diversidade e concentração de pólenes (Camara et al., 2009).

A concentração de pólen existente na atmosfera depende do período de polinização específico para cada espécie e da influência das variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e vento). Os ciclos polínicos variam de região para região e de ano para ano.

As alergias desenvolvem-se a partir da exposição repetida e continuada por um longo período de tempo a determinada concentração de alérgenos (substâncias que causam reações alérgicas) existentes no pólen das plantas (Ogren, 2000), que ao entrar em contacto com as mucosas do nariz, olhos e brônquios, se manifestam por inúmeros sintomas alérgicos, como a febre dos fenos, a asma, a rinite, a conjuntivite e algumas alergias cutâneas.

Segundo o International Study of Asthma and Allergies in Childhood, a Madeira é a região de Portugal que apresenta uma prevalência e gravidade da asma mais elevadas (Almeida & Pinto, 1999). Constata-se ainda que, no Funchal existem índices de maior gravidade de asma brônquica do que no restante território português (Almeida et al, 2001).

A sensibilização aos pólenes mais frequentes na atmosfera do Funchal atinge os 61,3%. Um estudo sobre os níveis de sensibilização aos pacientes com rinite admitidos no Hospital Central do Funchal mostra que mais de 60% dos casos eram sensíveis ao pólen. As famílias de pólenes que se encontram associadas ao maior número de casos de polisensibilização foram: Urticaceae, Poaceae, e Asteraceae (Câmara et al, 2001). A Tabela 3 mostra o período de polinização e os principais efeitos na saúde para as três espécies de plantas com pólenes mais frequentes no Funchal.

No trabalho elaborado por Irene Camacho (2007) na sua tese de doutoramento, com dados polínicos para os anos de 2002 a 2004, foram identificadas as famílias de plantas cujos pólenes estão presentes na atmosfera do Funchal. Neste estudo foi efetuada uma análise estatística para avaliar o impacte das condições meteorológicas nos níveis de cada tipo de pólen

transportado pelo ar. Os resultados desta avaliação encontram-se resumidos na Tabela 4. Geralmente, o estudo indica que os maiores níveis de pólenes transportados pelo vento ocorrem em dias com humidade relativa entre 50 e 60% e níveis baixos de precipitação e de velocidade do vento. Apesar da amplitude térmica para a ilha ser muito pequena, para alguns tipos de pólenes (incluindo pólenes de Urticaceae e Asteraceae), as maiores contagens verificam-se quando as temperaturas são mais elevadas.

Tabela 3 – Período de polinização, níveis de alergenicidade e efeitos na saúde para as três espécies/famílias de plantas com pólenes predominantes na atmosfera do Funchal

ESPÉCIE	PERÍODO DE POLINIZAÇÃO	ALERGENICIDADE	EFEITOS NA SAÚDE
Alfavaca de Cobra/ Erva Parietária (Urticaceae)	Longo período de polinização com frequências máximas em abril e maio	Muito Elevada	Induz com frequência polinose, asma e conjuntivite em indivíduos sensibilizados
Gramíneas (Poaceae)	Quase todo o ano, preferencialmente de janeiro a julho	Elevada	Desencadeia exacerbações de asma brônquica
Losna/Absinto/Artemísia (Asteraceae)	Todo o ano, com picos mais acentuados entre maio e julho	Elevada	Induz com frequência polinose, asma e conjuntivite em indivíduos sensibilizados

Outros estudos disponibilizam evidências de que quanto mais quente estiver o clima maior será a produção de pólenes. A exposição das plantas a concentrações mais elevadas de CO₂ também favorece o aumento da produção de pólen (Burge & Rogers 2000).

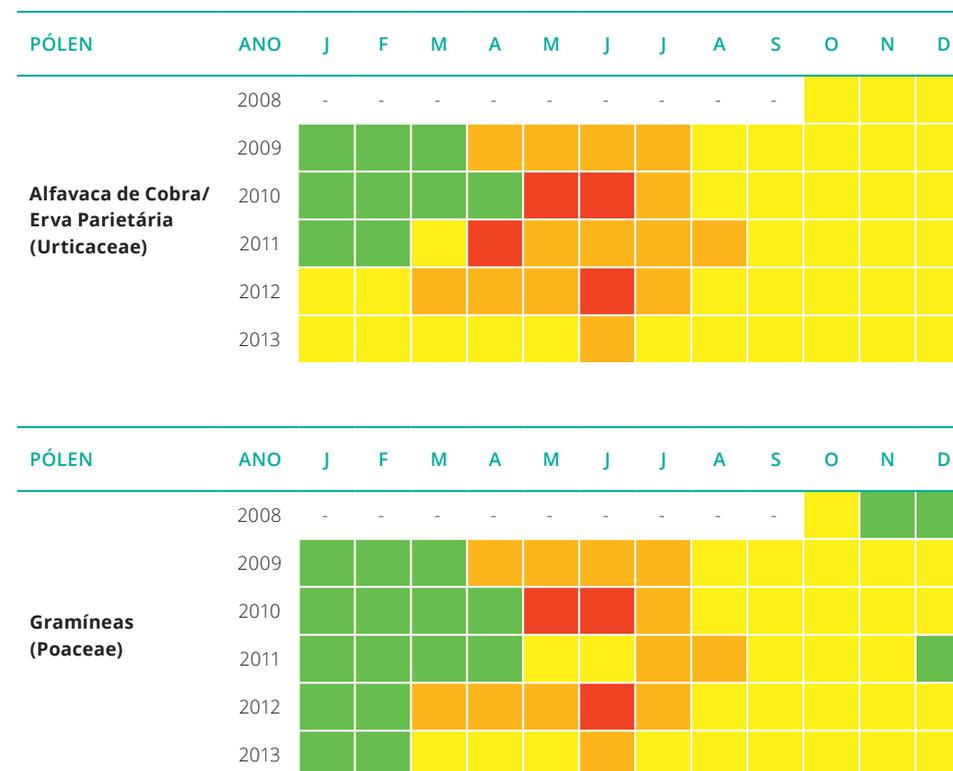
Dos dados resumidos na Tabela 4, estimámos que cerca de 65% da concentração total de pólen transportado pelo ar no Funchal são sensíveis ao clima. Os três tipos de pólenes sensíveis ao clima e também conhecidos por terem um elevado potencial alérgico foram identificados: Urticaceae, Poaceae e Asteraceae. É importante assinalar que estes são também os tipos de pólen responsáveis pela maioria da sensibilização relacionada com pólenes em pacientes com rinite (Câmara et al, 2001).

O sistema de monitorização de pólenes transportados pelo ar atual (Rede Portuguesa de Aerobiologia promovida pela Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica) tem dados para os pólenes das duas famílias de plantas mais abundantes na atmosfera do Funchal (Urticaceae e Poaceae). A Figura 7 mostra o mapa polínico para estes dois tipos de pólen, com a informação de outubro de 2008 a dezembro de 2013.

Da análise destes mapas podemos constatar que os maiores níveis de pólenes ocorrem nos meses de abril a julho para ambos os tipos de pólenes. Não surpreendentemente, estes são os meses em que ocorrem mais alergias relacionadas com pólenes.

Tabela 4 – Níveis de alergenicidade, influência das variáveis meteorológicas e concentração de pólenes transportados pelo ar das diferentes famílias de plantas entre 2002 e 2004 (resumo de Camacho, 2005)

FAMÍLIA	ALERGENICIDADE	INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS	CONCENTRAÇÃO (%) DE PÓLENES TRANSPORTADOS PELO AR
Urticaceae	Muito Elevada	Temperatura, Precipitação, Humidade	26.14
Poaceae	Elevada	Precipitação	14.02
Corylaceae	Média	-	8.65
Myrtaceae	Baixa	-	8.11
Pinaceae	Baixa	Temperatura	6.25
Ericaceae	Média	Precipitação	6.06
Cupressaceae	Média	Temperatura	5.28
Chenopodiaceae- -Amaranthaceae	Média	-	3.66
Papilionaceae	Média	Vento	3.27
Asteraceae	Elevada	Temperatura	2.83
Myricaceae	Baixa	-	1.32
Euphorbiaceae	Média	-	1.27
Plantaginaceae	Média	Precipitação	1.22
Boraginaceae	Baixa	-	1.17
Polygonaceae	Baixa	-	1.03
Fabaceae	Média	-	0.98
Solanaceae	Baixa	-	0.98
Gingkoaceae	Baixa	Temperatura	0.88
Nyctaginaceae	Baixa	-	0.68
Platanaceae	Elevada	Vento	0.68



Níveis concentração de pólenes na atmosfera do Funchal



Figura 7 – Mapa polínico para os pólenes de Urticaceae e Poaceae. A informação apresentada nos mapas polínicos foi expressa em grãos por m³ de ar (informação extraída dos Boletins Polínicos da Rede Portuguesa de Alergologia)

O impacto das alterações climáticas nos níveis de pólen nos seus dois tipos mais relevantes para a saúde (Urticaceae e Poaceae) no Funchal foram investigados tendo em consideração que:

- 1) Um clima mais quente é provável que acarrete um aumento da produção de pólen
- 2) Níveis mais elevados de CO₂ são expectáveis e favorecem a produção de pólen
- 3) A baixa precipitação e a fraca velocidade do vento são expectáveis de favorecer os níveis de pólen transportados pelo ar.

CURTO PRAZO		ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A2 2010-2039	Temperatura	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Vento fraco	↓	↓	↑	↑	↓	↓	=	=	=	=	=	↓	↓
	Precipitação fraca	↑	↑	↑	↑	↑	↑	=	↓	↓	↑	↑	↑	=
	Impacte	=	=	↑	↑	=	=	=	↓	↓	=	=	=	=
MÉDIO PRAZO		ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A2 2040-2069	Temperatura	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
	Vento fraco	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓
	Precipitação fraca	↑	↑	↑	↑	=	↑	=	↓	↓	=	↑	↑	↓
	Impacte	↑	↑	↑	↑	=	↑	=	↓	↓	=	↑	↑	↓
MÉDIO PRAZO		ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B2 2040-2069	Temperatura	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
	Vento fraco	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑	↓	↓
	Precipitação fraca	↑	↑	↑	↑	↑	↑	=	↓	↓	↑	↑	↑	↑
	Impacte	↑	↑	↑	↑	↑	↑	=	↓	↑	↑	↑	↑	↑
LONGO PRAZO		ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A2 2070-2099	Temperatura	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↑↑↑
	Vento fraco	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	=	↑	↓	=	↓	↓
	Precipitação fraca	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	=	↑	↑	↑
	Impacte	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	=	↑	=	↑	↑	↑
LONGO PRAZO		ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B2 2070-2099	Temperatura	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
	Vento fraco	=	=	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↑	↓	=	↓	↓
	Precipitação fraca	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	=	↑	↑	↑
	Impacte	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	=	=	↑	↑	↑

Figura 8 – comparação da média da temperatura mensal, dias com velocidade do vento baixa e dias com precipitação fraca para diferentes cenários climáticos relativamente ao cenário de referência para o Funchal. O impacte da possível alteração climática nos níveis de pólen é apresentado para cada mês. As setas vermelhas indicam um aumento global no número de dias por mês, enquanto as setas verdes indicam um decréscimo global. O sinal de igual sugere alterações mínimas em relação ao cenário de referência.

Na Figura 8 comparámos cada cenário climático (% de dias por mês) com condições de fraca precipitação (<2 mm/dia) e velocidade do vento fraca (<5 Km/hora) relativamente ao clima de referência. Alterações na média mensal das temperaturas foram também comparadas. Apresenta-se também o impacte global provável nos níveis de pólen considerando estas três variáveis climáticas.

Os resultados sugerem que no cenário de curto prazo (2010-2039) o impacte da concentração de pólenes no Funchal tende a diminuir no verão e aumentar na primavera. Apesar esta situação poder resultar no desenvolvimento de alergias mais cedo no ano, é provável que o fim do período de alergias sazonais relacionadas com o pólen chegue também mais cedo, o que leva a que o impacte anual global provavelmente permaneça similar ao cenário de referência (Vulnerabilidade atual negativo).

Em relação aos cenários de médio prazo (2040-2069), para ambos os cenários A2 e B2, o impacte tende a diminuir no verão e a aumentar nos meses mais frios. No cenário B2 a situação é mais gravosa com o aumento do impacte da concentração de pólenes a verificar-se em praticamente em todos os meses do ano, com exceção de junho e julho. Consequentemente é provável que o impacte na saúde relacionado com estas alterações dos níveis de pólen siga a mesma tendência: aumento das alergias relacionadas com pólenes mais cedo no ano e um ligeiro prolongamento do período sazonal de alergias. Em geral, conclui-se que um aumento dos impactes negativos na saúde associados a exposições ao pólen pode ser expectável durante este período quando comparado com o período de referência.

A longo prazo (2070-2099) a situação para ambos os cenários é semelhante com o impacte a diminuir no verão e a aumentar nos meses mais frios.

3.3. Doenças transmitidas por vetores

As doenças transmitidas por vetores são doenças infecciosas transmitidas aos seres humanos e a outros vertebrados, por invertebrados (vetores) como os mosquitos e as carraças, infetados por agentes patogénicos. Estas doenças apresentam, frequentemente, padrões sazonais distintos que sugerem uma clara dependência do clima. Estas são algumas das doenças associadas às alterações climáticas mais bem estudadas, devido à sua ocorrência generalizada e sensibilidade aos fatores climáticos (Smith et al., 2014).

A transmissão destas doenças são influenciadas pela copresença de reservatórios adequados e pela existência de populações de vetores e de agentes patogénicos em número suficiente para manter a transmissão. A transmissão aos seres humanos requer contacto (exposição) com o vetor que transporta o agente infeccioso. Esta exposição é influenciada por uma grande variedade de fatores incluindo o comportamento humano, circunstâncias socioeconómicas, práticas de gestão ambiental e tipos e qualidade de cuidados de saúde. A transmissão da doença ocorre maioritariamente quando todos os fatores acima indicados são favoráveis, sendo que um clima apropriado é também necessário apesar de não ser, contudo, uma condição suficiente, para a transmissão deste tipo de doenças aos seres humanos.

Os efeitos das alterações climáticas na propagação de doenças transmitidas por vetores está bem documentado (Smith et al., 2014). Considerou que Portugal poderia ser particularmente afetado por este fenómeno, uma vez que é um dos países localizados mais a Sul no continente Europeu e é uma ponte ideal para o continente Africano e América do Sul. A RAM é especialmente vulnerável a este fenómeno dado ter um clima ameno, uma marina e um aeroporto ativos, os quais são, frequentemente, locais favoráveis para a propagação de surtos de doenças transmitidas por vetores.

Considerando que muito provavelmente as alterações climáticas em curso irão provocar um aumento de temperatura, discute-se no presente capítulo o seu possível impacto sobre as doenças transmitidas por vetores na Ilha da Madeira.

As doenças transmitidas por vetores consideradas mais preocupantes para a Madeira foram identificadas com base em evidência científica disponível. As doenças que oferecem uma maior preocupação em saúde pública são as transmitidas por mosquitos e carraças, sendo por tal motivo objeto de uma avaliação mais aprofundada.

3.3.1. Doenças transmitidas por mosquitos

Globalmente, os mosquitos vetores são responsáveis por algumas das maiores preocupações de saúde pública. Consequentemente, diversos países têm implementados sistemas de vigilância e controlo destes vetores. A Tabela 5 apresenta a lista das espécies avaliadas e identificadas nos estudos de vigilância mais recentes realizados para a ilha da Madeira (REVIVE, 2014). Com base nesta informação, focámos esta avaliação nas doenças transmitidas pelos mosquitos *Culex pipiens* e *Aedes aegypti*, visto serem as duas espécies de mosquitos atualmente presentes na ilha que representam preocupações de saúde pública.

Tabela 5 – Mosquitos avaliados e identificados na Madeira (REVIVE, 2014)

MOSQUITO	PRESENÇA NA MADEIRA	PREOCUPAÇÃO DE SAÚDE PÚBLICA
<i>Culex (Culex) pipiens</i>	Sim	Sim, vetor do Vírus do Oeste do Nilo
<i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) caspius</i>	Não	Sim, vetor do Vírus Tahyna & Vírus do Oeste do Nilo
<i>Culex (Culex) theileri</i>	Não	Sim, vetor do Vírus do Oeste do Nilo
<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i>	Sim	Não
<i>Culex (Culex) perexiguus</i>	Não	Sim, vetor do Vírus do Oeste do Nilo
<i>Culex (Barraudius) modestus modestus</i>	Não	Sim, vetor do Vírus Tahyna & Vírus do Oeste do Nilo
<i>Anopheles (Anopheles) maculipennis</i>	Não	Sim, vetor da Malaria & do Vírus do Oeste do Nilo
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>	Sim	Sim, vetor da Dengue & Febre-Amarela

3.3.1.1. *Aedes aegypti*

Em 2005, o mosquito *Aedes aegypti* foi detetado na freguesia de Santa Luzia, Funchal. Apesar das medidas de combate, com recurso a desinfestações, adotadas pelas autoridades desde Outubro de 2005, o mosquito estabeleceu-se na ilha e é hoje uma “praga” no concelho do Funchal e Câmara de Lobos. A abundância relativa de *Aedes aegypti*, determinada na ilha da Madeira no estudo REVIVE 2013, foi de 39% para mosquitos adultos e 88% para mosquitos imaturos (REVIVE 2014).

Este mosquito foi o vetor responsável pelo surto de Dengue na Madeira que ocorreu em 2012/2013. O *Aedes aegypti* também é o vetor que transmite o vírus de febre-amarela, febre chikungunya assim como muitos outros vírus.

O impacte potencial das alterações climáticas na transmissão de dengue na Madeira foi avaliado em detalhe como descrito em Casimiro et al., 2015. Neste estudo o risco potencial de transmissão da dengue na Madeira foi avaliado para diferentes cenários climáticos tendo em consideração os já mencionados fatores chave de transmissão da doença relacionados com o clima: a densidade do mosquito, a replicação do vírus da dengue e o contacto “mosquito – ser humano”.

Na Figura 9 apresentamos as condições de temperatura mais adequadas para a transmissão da dengue em cada concelho para todos os cenários climáticos.

Os resultados mostram que para o período de referência (*baseline*) avaliado com base nas temperaturas ambiente, os três concelhos com potencial risco de transmissão da dengue mais elevado foram Ribeira Brava, Machico e Funchal. Contudo, considerando que na maioria dos meses, a percentagem de dias adequados para a transmissão da doença foi inferior a 25%, considerou-se baixo o risco global de transmissão da dengue (vulnerabilidade atual negativo). Setembro foi o mês em que o risco de transmissão foi superior seguido dos meses de outubro e agosto. Apenas na Ribeira Brava se observaram meses com mais de 25% dos dias favoráveis à transmissão.

Os resultados de avaliação para o cenário de curto prazo indicam que o número de dias (num ano) adequados para a transmissão duplica quando comparados com o cenário de referência. A Figura 9 mostra que a percentagem de dias por mês adequada para a transmissão aumenta em todos os meses considerados. Agosto e setembro têm a maior percentagem de dias adequados para a transmissão, seguidos dos meses de outubro e julho. Machico permanece como o concelho com o risco de transmissão mais elevado, mais notório no mês de setembro com 60% dos dias favoráveis para transmissão. Ribeira Brava, Machico e Funchal são os únicos concelhos a reportar meses com mais de 25% dos dias dentro das temperaturas adequadas para transmissão da doença. Durante este período, o risco global de transmissão da dengue é avaliado como baixo-médio.

Ambos os cenários climáticos de médio prazo mostram um aumento no risco de transmissão da dengue, resultando num aumento do número de dias adequados para a transmissão da doença.

Funchal	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	8%	1%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	32%	23%	2%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	49%	37%	6%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	34%	29%	4%	0%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	12%	69%	85%	73%	30%	3%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	2%	36%	61%	56%	10%	0%	0%
Ponta do Sol	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	8%	3%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	12%	16%	5%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	28%	25%	8%	1%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	18%	20%	8%	1%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	1%	7%	45%	65%	56%	25%	8%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	1%	1%	16%	38%	40%	13%	2%	0%
Calheta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	1%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	6%	3%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	8%	12%	4%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	8%	4%	1%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	2%	22%	42%	39%	16%	6%	1%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	5%	16%	24%	6%	1%	0%	0%
C. de Lobos	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	4%	2%	2%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%	0%
São Vicente	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Machico	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	1%	0%	0%	0%	1%	1%	3%	13%	21%	17%	7%	2%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	1%	0%	1%	1%	1%	2%	7%	33%	60%	43%	10%	4%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	1%	1%	1%	1%	1%	4%	18%	56%	69%	52%	16%	6%
B2	2%	1%	1%	1%	1%	2%	20%	47%	59%	44%	21%	6%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	7%	5%	2%	3%	5%	22%	73%	94%	97%	88%	54%	22%
B2	4%	1%	2%	2%	2%	8%	39%	75%	85%	64%	25%	8%
Ribeira Brava	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	29%	26%	3%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	52%	35%	4%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	26%	65%	45%	10%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	31%	51%	40%	8%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	1%	22%	76%	86%	72%	34%	7%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	6%	51%	72%	62%	17%	1%	0%
Santa Cruz	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	6%	1%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	14%	21%	4%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	10%	10%	2%	0%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	5%	42%	62%	59%	19%	2%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	1%	10%	28%	32%	6%	0%	0%
Porto Moniz	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	2%	1%	1%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%
Santana	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
B2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Figura 9 - Evolução dos períodos favoráveis do risco de transmissão da dengue na Madeira para diferentes cenários climáticos

Agosto e setembro permanecem como os meses com um maior número de dias favoráveis seguido dos meses de outubro, julho e novembro. No cenário A2 existem quatro concelhos (Machico, Ribeira Brava, Funchal e Ponta do Sol) com meses a reportar mais de 25% dias/mês favoráveis à transmissão da doença. No cenário B2, este critério de transmissão da doença verifica-se em Machico, Ribeira Brava e Funchal. O risco de transmissão da doença para este período avaliado estima-se que seja médio para ambos os cenários.

No cenário de longo prazo, observamos novamente um aumento significativo no número de dias adequados para transmissão da dengue. Ambos os cenários (A2 e B2) reportam cinco concelhos com meses a terem mais de 25% dos dias dentro do intervalo adequado de temperatura para a transmissão da doença. Isto representa metade dos concelhos avaliados. Os resultados mostram que no Machico o risco de transmissão da dengue pode vir a ser possível ao longo de todo o ano. No cenário A2 o risco de transmissão da doença é mais elevado em julho, agosto e setembro, mas também significativo em outubro e novembro. No cenário B2 o risco de transmissão da dengue é mais alto em agosto e setembro, mas também significativo em julho e outubro. O risco de transmissão da dengue no período avaliado estima-se que seja médio para o cenário B2 e alto para o cenário A2.

O risco de transmissão da dengue discutido nesta secção assume que o vírus da dengue estava presente na Madeira. Se o vírus não estiver presente, então os riscos de transmissão da doença para todos os cenários serão insignificantes (vulnerabilidade neutro).

Este mosquito é também conhecido por ser o vetor de doenças como a febre-amarela e a febre chikungunya. Atualmente não existem casos conhecidos de transmissão local e assume-se que a população de *Aedes aegypti* na Madeira não está infetada com estes vírus, o que torna o risco de transmissão destas doenças insignificante. Como ambas as doenças são infeções virais transmitidas pelo mesmo vetor que transmite o vírus da dengue, é razoável assumir que se a população local do mosquito ficar infetada com um dos referidos vírus, o impacto do risco de transmissão da doença respetiva será similar ao risco de transmissão da dengue (discutido acima). Esta situação é válida para todos os cenários.

3.3.1.2. *Culex pipiens*

Culex pipiens é um mosquito comum em Portugal, estando abundantemente distribuído por todas as regiões incluído na RAM (REVIVE 2014). É uma espécie considerada primariamente ornitofílica, embora esteja demonstrado que se alimente de outros vertebrados de sangue quente, incluindo humanos. Pica mais frequentemente durante a noite, ao contrário do *Aedes aegypti* que pica durante o dia.

Este mosquito está envolvido na circulação de vários arbovírus na natureza, nomeadamente o Flavivírus Oeste do Nilo, o vírus responsável pela febre do Oeste do Nilo em seres humanos. O mosquito está também envolvido na circulação de protozoários com importância na veterinária tal como *Dirofilaria immitis*. No presente relatório avaliamos o impacto das alterações climáticas na transmissão do vírus do Oeste do Nilo.

O Flavivírus Oeste do Nilo é o agente patogénico responsável pela febre com o mesmo nome, caracterizada por uma síndrome febril, tipo gripal e cujas manifestações mais graves tomam a forma de encefalite que pode ser fatal. Os reservatórios do vírus do Oeste do Nilo na natureza incluem vários tipos de aves, que não sucumbem ao vírus, mantendo-o em circulação o tempo suficiente para que os mosquitos se infetem ao picá-las e depois os possam transmitir ao homem e ao cavalo que pode, igualmente, ser fatalmente afetado. A transmissão viral é ainda mais complexa quando comparada com o vírus do dengue, tornando as medidas de controlo mais difíceis.

Como a maioria dos artrópodes, a temperatura é um dos fatores abióticos mais importantes que afeta o desenvolvimento e sobrevivência do *Culex pipiens* em todas as fases do seu ciclo de vida. A sobrevivência de um indivíduo *Culex* adulto é possível que ocorra entre os 15°C e os 28°C (Spielman 2001 & Gazave et al. 2001). Mas o intervalo ideal de sobrevivência para todas as fases de desenvolvimento ocorre entre 20-30°C. A temperatura ótima ronda os 25°C, onde 76% das larvas atinge a fase adulta (Loetti et al., 2011).

A transmissão da doença é também influenciada por um período extrínseco de incubação (PEI). O PEI começa com o mosquito a fazer uma refeição de sangue infetado de um hospedeiro virémico. O vírus do Oeste do Nilo presente no sangue entra no intestino médio do mosquito, replica-se e, eventualmente, dissemina-se por todo o mosquito, que se torna infeccioso a partir do momento em que atinge as glândulas salivares, altura em que o mosquito se torna infeccioso completando o PEI. Temperaturas ambientes elevadas favorecem uma curta replicação viral resultando em PEI mais curtos. Um PEI inferior a 30 dias foi calculado para temperaturas ambientes entre 22-30°C (Reisen et al., 2006).

A temperatura ambiente pode ter impacto em dois fatores chave da transmissão da doença do Oeste do Nilo: a densidade do mosquito (indicador do desenvolvimento e sobrevivência do mosquito) com condições de temperatura favoráveis entre 20-30°C, enquanto que uma temperatura entre 22-30°C se mostra adequada para a taxa de replicação viral. Uma vez que estes dois intervalos de temperatura são muito similares, neste estudo utilizámos o intervalo de temperatura entre 20 e 30°C como indicador das condições climáticas adequadas para o risco de transmissão do vírus do Oeste do Nilo.

A informação acerca da presença do vírus do Oeste do Nilo na região é escassa. Não existem atualmente casos do vírus do Oeste do Nilo endémicos reportados na RAM e de acordo com o nosso conhecimento não existe nenhuma população local de aves infetada. Se o vírus não estiver presente na região, o risco de transmissão da doença é insignificante para todos os cenários climáticos.

Contudo, considerando que o mosquito está presente na ilha e esta é zona frequentada por aves migratórias, para as quais constitui um verdadeiro santuário, existe um risco real do vírus ser introduzido na região por aves migratórias, portadoras de vírus provenientes de zonas endémicas. Desta forma, avaliámos o risco potencial de transmissão da febre do Oeste do Nilo para diferentes condições climáticas. Esta avaliação assume a presença do vírus na região.

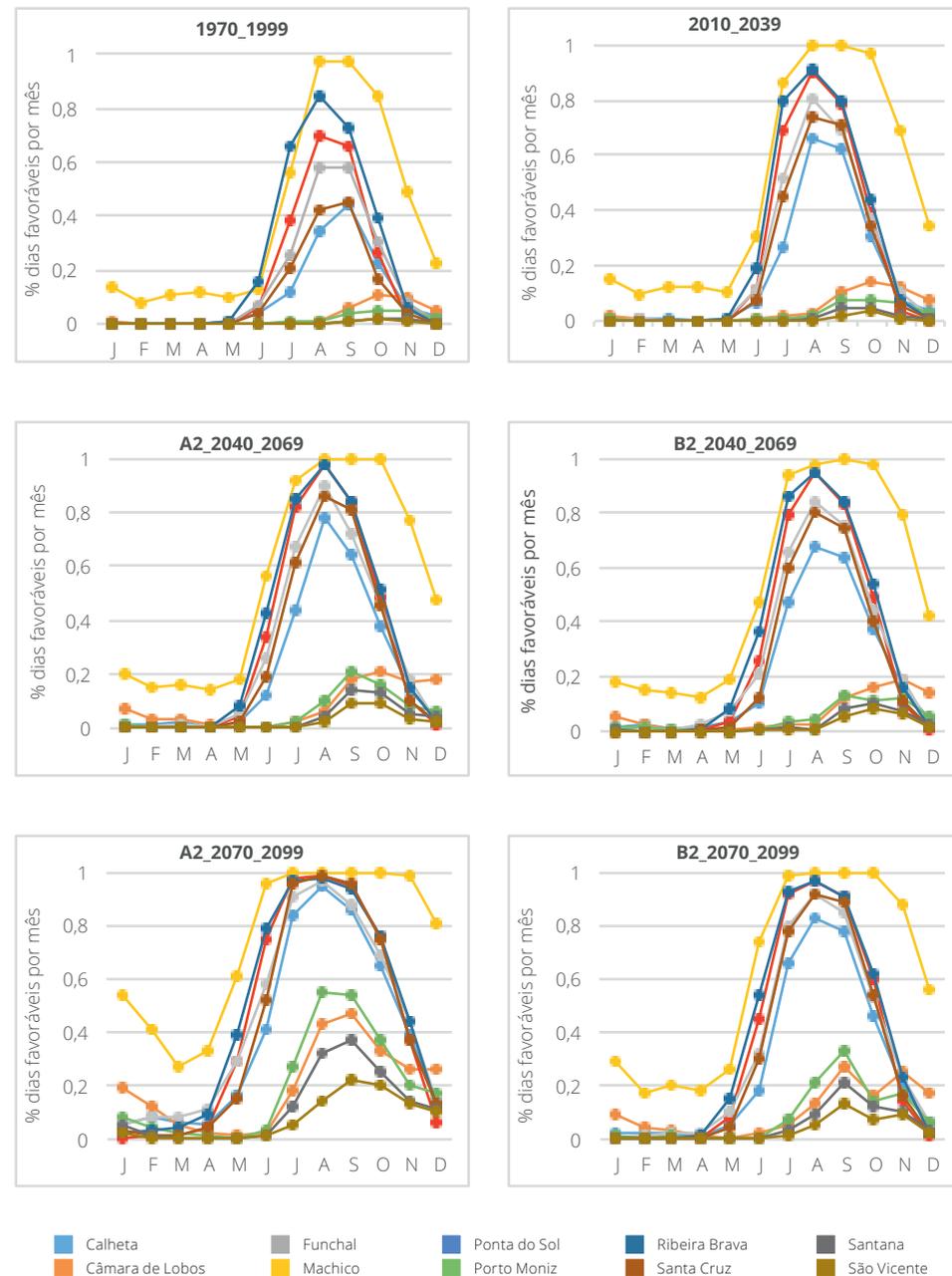


Figura 10 – Evolução dos períodos favoráveis do risco de transmissão da febre do Nilo Ocidental na Madeira para diferentes cenários climáticos

Na Figura 10 apresentamos as condições de temperatura mais adequadas para a transmissão da febre do Oeste do Nilo em cada concelho da ilha da Madeira para todos os cenários climáticos.

Durante o período de referência (1970-1999) quatro concelhos (Machico, Ribeira Brava, Funchal e Ponta do Sol) tiveram temperaturas ambiente favoráveis para a transmissão da doença em vários meses. Os meses onde o risco de transmissão foi maior foram agosto e setembro. Se considerarmos que quatro concelhos tiveram mais de 50% dos dias favoráveis para a transmissão, concluímos que o risco global de transmissão da doença durante este período foi médio (vulnerabilidade atual negativo).

No cenário climático de curto prazo, os concelhos com mais dias favoráveis para transmissão da doença aumentou para seis, incluindo Santa Cruz e Calheta. Agosto e setembro permanecem como os meses com mais dias favoráveis para transmissão da doença. O risco de transmissão da febre do Oeste do Nilo durante este cenário climático estima-se que seja médio.

Quando consideramos as condições climáticas para os cenários de médio prazo, notamos um claro aumento no número de dias favoráveis para transmissão da doença. O risco de transmissão permanece mais alto nos concelhos de Machico, Ribeira Brava, Funchal, Ponta do Sol, Santa Cruz e Calheta. Apesar de agosto e setembro serem os meses com mais dias favoráveis para a transmissão, existe também um aumento significativo de dias favoráveis em julho e outubro. Concluímos que o risco global de transmissão será médio-alto.

O clima muito mais quente esperado para ambos os cenários de longo prazo, resultará num aumento significativo no número de dias favoráveis para a transmissão do vírus do Oeste do Nilo. O aumento é mais perceptível no cenário A2 onde o número de concelhos com a maioria dos dias favoráveis para o risco de transmissão da doença passa para sete, acrescentando Porto Moniz. Na maioria dos concelhos os meses de junho a novembro terão a maioria dos dias favoráveis para transmissão da doença, consequentemente concluímos que o risco global de transmissão da febre do Oeste do Nilo é alto.

3.3.2. Doenças transmitidas por carraças

As doenças transmitidas por carraças têm vindo a aumentar globalmente e são atualmente uma preocupação significativa de saúde pública na maioria dos países europeus (Randolph, 2004).

A dinâmica de transmissão dos agentes implicados em doenças transmitidas por carraças caracterize por um sistema complexo que requer a presença do organismo patogénico, de um vetor competente e o seu contacto com o Homem, bem como de hospedeiros reservatórios. Estes fatores são por sua vez influenciados por uma diversidade de condicionantes nas quais se incluem variáveis ecológicas, demográficas, socioeconómicas e climáticas.

As carraças passam por quatro fases durante o seu ciclo de vida: ovo, larva, ninfa e adulto. Elas têm que fazer uma refeição de sangue de forma a mudar para a próxima fase de vida e produzir ovos. Durante as duas últimas fases, as carraças podem morder os seres humanos e transmitir

a doença. O agente infetado é transmitido aos seres humanos quando as carraças infetadas com o patógeno fazem uma refeição de sangue. Embora a transmissão possa ocorrer durante qualquer uma das fases do ciclo de vida, a fase de ninfa é considerada a fase mais importante da transmissão da doença aos seres humanos. Isto ocorre porque a prevalência da infeção nas ninfas é geralmente mais elevada do que nas larvas e as ninfas são mais abundantes e pequenas (menos perceptíveis) do que as carraças na fase adulta.

A Madeira possui condições climáticas e uma flora e fauna favoráveis à existência de diferentes espécies de ixodídeos (carraças), com capacidade para transmitir diferentes agentes patogénicos aos seres humanos.

3.3.2.1. *Ixodes ricinus*

Os resultados de um recente estudo de campo conduzido no projeto ClimaTick mostraram que 95% de todas as carraças recolhidas na Madeira eram da espécie *Ixodes ricinus*. Outras carraças capturadas incluíram *Haemaphysalis punctate*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Haemaphysalis sulcata* e *Rhipicephalus bursa* (Bernandes C., et al., 2010). No presente estudo focámos a nossa avaliação na carraça, *Ixodes ricinus* por esta ser a carraça mais abundante, e estar envolvida na transmissão de uma grande variedade de agentes patogénicos de importância médica e veterinária.

Os resultados do projecto ClimaTick revelaram que as carraças (*Ixodes ricinus*) se encontram ativas durante todo o ano na ilha da Madeira. As distribuições mensais das carraças são muito diferentes dependendo da fase do ciclo de vida em que se encontra. As ninfas têm densidades mais elevadas durante a primavera enquanto as larvas têm densidades maiores no verão. A densidade das carraças na fase adulta parece ser maior nos meses mais frios. Neste projecto (ClimaTick) a relação entre o clima e a densidade das carraças foi avaliada em detalhe. Os resultados apresentaram uma clara relação não linear entre a densidade das carraças e as variáveis climáticas. O melhor modelo para a densidade das ninfas indicou maiores densidades com temperaturas ambiente entre os 8-20°C e humidade relativa entre 50-83% (Lopes et al, 2011).

Na Madeira é sabido desde há mais de 15 anos que a *Ixodes ricinus* se encontram infetadas com o agente infeccioso *Borrelia sp.* (Matuschka et al., 1998). Investigações mais recentes identificaram que *Ixodes ricinus* na Madeira está atualmente infetada com *Borrelia lusitaniae*, várias estirpes de *Rickettsia sp.* e *Anaplasma phagocytophilum*. Também não foi incomum encontrar a mesma carraça infectada com mais do que um destes agentes infecciosos (Lopes de Carvalho, et al., 2008). Estes três agentes infecciosos são uma preocupação de saúde pública.

Na subsecção que se segue focamo-nos no impacto potencial das alterações climáticas na Madeira no risco de transmissão da doença de Lyme. No entanto, uma vez que é a mesma carraça que se encontra envolvida na transmissão de *Borrelia sp.*, *Rickettsia sp.* e *Anaplasma phagocytophilum* é razoável assumir que o risco de transmissão de todas estas doenças é similar.

Impacte das Alterações Climáticas na Transmissão da Doença de Lyme

A Borreliose, também conhecida como doença de Lyme, é causada por várias estirpes de

Borrelia sp. e é transmitida aos seres humanos pela picada de carraças infetadas. Os sintomas típicos incluem febre, dor de cabeça, fadiga e uma erupção cutânea característica denominada eritema *migrans*. Esta erupção ocorre em aproximadamente 60-80% das pessoas infetadas e começa cerca de 3-30 dias após a picada no local da mesma. Uma característica distintiva desta erupção é o facto de se expandir gradualmente centrifugamente ao longo de vários dias. Se deixada sem tratamento, a infeção pode afetar as articulações, o coração e o sistema nervoso. A maioria dos casos de Borreliose pode ser tratada com sucesso através do uso adequado de antibióticos.

A doença de Lyme é uma doença de declaração obrigatória (DDO) em Portugal. Em Portugal continental os casos clínicos são reportados anualmente, muitas vezes associados com *Borrelia lusitaniae*. Contudo, na Madeira não têm sido reportados casos clínicos de doença de Lyme (DGS, 2014).

O impacto das alterações climáticas na transmissão da doença de Lyme foi avaliada neste estudo considerando os limites de temperatura e humidade relativa que favorecem as maiores densidades de ninfas como descrito acima. Na Figura 11 apresentamos o potencial risco mensal de transmissão da doença de Lyme para todos os concelhos e todos os cenários climáticos. Os valores indicados nesta figura são a percentagem de dias por mês em que a temperatura e a humidade relativa favorecem a densidade das ninfas. A sua densidade é usada como indicador da transmissão potencial da doença de Lyme. Se as ninfas estiverem presentes (mesmo em densidades elevadas) mas não estiverem infetadas com *Borrelia sp.*, então o risco de transmissão da doença é insignificante. Esta situação verifica-se para todos os cenários climáticos.

No entanto, sabemos que a população de *Ixodes ricinus* na Madeira está de facto infetada com *Borrelia sp.*, e que existem muitos animais que podem ser utilizados como reservatórios (ratos, aves, gado, cães, etc.) e que estão infetados. Portanto, atualmente, o risco de transmissão da doença é médio (vulnerabilidade atual muito negativo). O cenário de referência/*baseline* mostra que os concelhos de Funchal, Ribeira Brava, Ponta do Sol e Calheta tiveram condições climáticas mais favoráveis para a transmissão da doença de Lyme. Os nossos resultados indicam que os meses de fevereiro a junho foram aqueles em que as densidades de ninfas foram superiores (e consequentemente o risco de transmissão da doença). A presente avaliação está de acordo com os resultados de estudos de campo que mostraram que as maiores densidades de ninfas ocorriam na primavera (Lopes et al., 2011).

À medida que as alterações climáticas progridem e a temperatura se eleva em todos os concelhos, os resultados obtidos revelam uma redução das condições climáticas adequadas para transmissão da doença durante os meses mais quentes, ao mesmo tempo que se verifica um aumento favorável para transmissão da doença nos meses mais frios. Esta tendência é observada em todos os concelhos. Assim prevê-se que o risco global de transmissão da doença se mantenha médio mas com mudança no pico sazonal.

Funchal	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	42%	47%	57%	73%	83%	87%	60%	29%	31%	54%	48%	31%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	43%	48%	57%	73%	83%	82%	30%	10%	19%	45%	47%	33%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	48%	54%	60%	75%	84%	62%	18%	2%	15%	39%	51%	40%
B2	44%	49%	61%	79%	86%	71%	20%	5%	15%	39%	47%	37%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	46%	50%	70%	76%	66%	24%	3%	2%	5%	20%	39%	41%
B2	45%	50%	56%	75%	81%	51%	9%	3%	9%	34%	46%	43%
Ponta do Sol	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	43%	48%	51%	57%	68%	73%	66%	37%	33%	46%	38%	31%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	44%	49%	51%	57%	67%	70%	43%	17%	25%	41%	38%	32%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	50%	55%	52%	59%	70%	60%	29%	9%	22%	34%	43%	37%
B2	46%	51%	51%	65%	72%	66%	30%	15%	21%	37%	39%	38%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	42%	46%	59%	60%	57%	37%	8%	3%	10%	22%	34%	40%
B2	45%	50%	50%	58%	69%	54%	18%	8%	13%	33%	38%	39%
Santa Cruz	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	39%	43%	37%	48%	40%	24%	10%	7%	12%	28%	38%	35%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	37%	41%	39%	48%	37%	25%	7%	3%	7%	25%	38%	35%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	31%	34%	40%	48%	32%	18%	5%	1%	4%	19%	35%	34%
B2	32%	35%	44%	42%	29%	18%	4%	2%	4%	20%	33%	31%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	33%	38%	33%	37%	19%	8%	1%	0%	1%	7%	20%	30%
B2	34%	38%	39%	46%	28%	15%	2%	1%	2%	16%	31%	35%
São Vicente	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	50%	55%	38%	25%	16%	7%	3%	4%	9%	22%	47%	63%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	50%	55%	38%	25%	16%	7%	3%	4%	9%	22%	47%	62%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	42%	47%	35%	24%	11%	6%	2%	1%	8%	20%	36%	53%
B2	49%	54%	35%	18%	11%	5%	2%	1%	8%	19%	38%	56%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	48%	54%	24%	17%	7%	3%	2%	3%	5%	14%	26%	42%
B2	47%	52%	39%	24%	11%	6%	1%	2%	4%	14%	35%	49%
Santana	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	46%	50%	35%	24%	15%	7%	3%	4%	9%	20%	42%	54%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	45%	49%	35%	24%	15%	7%	3%	4%	9%	19%	42%	53%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	34%	38%	33%	24%	11%	6%	2%	1%	7%	18%	31%	47%
B2	40%	45%	32%	17%	11%	5%	2%	1%	7%	18%	34%	48%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	41%	47%	22%	16%	7%	3%	2%	2%	4%	12%	23%	34%
B2	41%	45%	36%	23%	11%	6%	1%	2%	4%	13%	31%	44%

Ribeira Brava	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	52%	57%	63%	75%	84%	78%	33%	15%	25%	47%	50%	39%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	52%	58%	63%	75%	83%	75%	20%	8%	18%	44%	49%	40%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	59%	65%	65%	76%	82%	54%	15%	2%	15%	38%	54%	47%
B2	53%	59%	65%	82%	82%	61%	14%	5%	15%	37%	51%	45%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	51%	56%	74%	75%	57%	21%	3%	2%	6%	20%	39%	49%
B2	53%	59%	61%	75%	76%	43%	7%	3%	9%	32%	47%	49%
Calheta	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	41%	46%	45%	42%	37%	23%	9%	11%	15%	36%	35%	29%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	43%	48%	45%	46%	44%	21%	6%	6%	9%	28%	39%	31%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	46%	51%	44%	44%	37%	15%	4%	2%	7%	23%	38%	33%
B2	44%	48%	43%	50%	38%	16%	4%	3%	7%	25%	35%	37%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	41%	44%	48%	44%	26%	9%	0%	0%	2%	12%	30%	37%
B2	42%	46%	42%	43%	32%	10%	2%	1%	4%	22%	34%	36%
Machico	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	47%	56%	43%	45%	38%	25%	5%	0%	1%	9%	31%	45%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	51%	60%	42%	45%	40%	19%	1%	0%	0%	2%	21%	41%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	48%	57%	45%	46%	35%	9%	1%	0%	0%	0%	14%	31%
B2	48%	56%	43%	43%	30%	13%	0%	0%	0%	1%	12%	34%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	28%	39%	39%	33%	12%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	12%
B2	40%	51%	40%	42%	25%	5%	0%	0%	0%	0%	7%	27%
C. de Lobos	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	51%	56%	38%	25%	16%	7%	3%	4%	9%	20%	44%	60%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	49%	55%	38%	25%	16%	7%	3%	4%	9%	19%	42%	58%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	39%	45%	33%	24%	11%	6%	2%	1%	7%	17%	30%	44%
B2	47%	53%	36%	18%	11%	4%	2%	1%	7%	17%	33%	49%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	41%	49%	23%	17%	7%	3%	1%	2%	3%	12%	23%	36%
B2	43%	50%	38%	24%	11%	6%	1%	2%	4%	13%	30%	42%
Porto Moniz	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Baseline	21%	23%	12%	6%	2%	1%	0%	1%	2%	7%	20%	30%
Curto Prazo (2010_2039)												
A2	20%	22%	12%	7%	2%	1%	0%	0%	1%	6%	17%	28%
Médio Prazo (2040_2069)												
A2	20%	22%	8%	4%	1%	0%	0%	0%	1%	3%	13%	21%
B2	23%	26%	11%	5%	1%	0%	0%	0%	1%	4%	15%	24%
Longo Prazo (2070_2099)												
A2	22%	25%	8%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	4%	8%	19%
B2	18%	20%	9%	3%	2%	0%	0%	0%	1%	2%	13%	20%

Figura 11 – Evolução dos períodos favoráveis do risco de transmissão da doença de Lyme na Madeira para diferentes cenários climáticos

4. CONCLUSÃO

O impacto das alterações climáticas na saúde humana pode ser significativo em vários níveis. Temperaturas extremamente elevadas podem contribuir diretamente para um aumento de doenças cardiovasculares e respiratórias. Períodos mais quentes intervêm nos níveis de pólenes transportados pelo ar, assim como, no aumento dos níveis de ozono e outros poluentes atmosféricos, com impacto direto sobre as doenças anteriormente mencionadas. Por outro lado, estas variações climáticas também podem influenciar a propagação de doenças transmitidas por vetores, nomeadamente, por mosquitos e carraças.

É expectável que tanto a temperatura como a precipitação sofram alterações significativas nas próximas décadas em todas as regiões do globo. O presente estudo prevê um aumento da temperatura e um decréscimo da precipitação na Ilha da Madeira, em todos os cenários climáticos dos vários períodos temporais relativamente ao cenário de referência.

De acordo com o último relatório do IPCC, tem-se verificado um aumento da temperatura da média à superfície terrestre e oceânica sendo muito provável que as temperaturas continuem a aumentar no século XXI em toda a Europa e região Mediterrânica, com uma grande probabilidade de ocorrência de episódios de calor ou ondas de calor mais frequentes e com maior intensidade e duração.

Tendo por base a definição de onda de calor da Organização Meteorológica Mundial, concluímos que na Madeira atualmente o impacto na saúde resultante de episódios de onda de calor é muito baixo (vulnerabilidade atual neutro), sendo os concelhos de Machico e Ponta do Sol os mais afetados pelo calor (grau de confiança média).

É expectável que nos cenários climáticos futuros os episódios de onda de calor possam vir a ter um impacto na saúde negativo, com mais concelhos a serem afetados. No cenário a médio prazo é provável que os episódios de onda de calor dupliquem com um impacto na saúde muito negativo para os cenários A2 e B2. A longo prazo espera-se um aumento ainda mais significativo do número de episódios de onda de calor, com um impacto na saúde muito negativo, atingindo níveis mais críticos no cenário A2 (grau de confiança média).

Em relação à concentração de partículas inaláveis – PM₁₀ – concluímos que os valores anuais deste poluente no Funchal são, atualmente, superiores aos valores de referência da OMS, o que se traduz num impacto negativo para a saúde (grau de confiança média, vulnerabilidade atual muito negativo). Por outro lado, verificámos que a maioria das partículas que compõem a fração de PM₁₀ é de origem natural. No futuro, assumindo idênticos níveis (locais) de emissões antropogénicas e um clima mais quente e com menor precipitação é expectável que as concentrações de PM₁₀ aumentem, assim como os impactos na saúde associados com este poluente (grau de confiança média).

Em contraste com as medições de PM₁₀, as medições atuais de ozono foram sempre inferiores aos valores de referência da OMS, sendo o impacto na saúde pouco preocupante (vulnerabilidade atual neutro). Em função do aumento da temperatura expectável para todos os cenários climáticos futuros, é provável que os níveis de ozono no Funchal também aumentem. Consequentemente, é provável que venha a verificar-se um aumento gradual dos impactos na saúde, associados as exposições de ozono, com maior nível de preocupação a longo prazo para ambos os cenários – A2 e B2 (grau de confiança média).

Considerando que a Madeira tem atualmente uma alta prevalência de asma e que mais de 60% dos pacientes com rinite são sensíveis à maioria dos tipos de pólenes investigados, concluímos que o nível de impacto atual na saúde associado às concentrações de pólen no Funchal é negativo (grau de confiança alta). Existe uma grande probabilidade de que as alterações climáticas possam alterar a distribuição sazonal das consequências sobre a saúde associadas à exposição ao pólen no Funchal. Esta situação pode verificar-se para todos os cenários climáticos futuros avaliados. No entanto, o impacto global anual na saúde é provável que permaneça o mesmo no cenário a curto prazo mas com tendência a aumentar nos cenários climáticos de médio e longo prazo. São expectáveis impactos muito negativos na saúde para estes períodos mas mais pronunciados no cenário de longo prazo (grau de confiança média).

As alterações climáticas na Madeira virão muito provavelmente a aumentar o risco de transmissão das doenças transmitidas por mosquitos em todos os concelhos. As duas espécies de mosquitos que oferecem uma maior preocupação de saúde pública na ilha da Madeira são *Aedes aegypti* e *Culex pipiens*.

O mosquito *Aedes aegypti* está atualmente presente na Madeira. Contudo, de acordo com a informação mais recente disponível, não se encontra infetado com nenhum dos vírus considerados uma preocupação de saúde pública (dengue, febre-amarela, chikungunya). Se a infeção do vetor não se verificar, o risco de transmissão de qualquer uma destas doenças é insignificante. No entanto, tendo em conta o elevado número de pessoas que visita a ilha e o intercâmbio de bens, tendo em conta ainda que o mosquito vetor continua presente na ilha, é razoável assumir que existe um risco real de introdução destes vírus na Madeira e a sua propagação nos próximos anos. Como já referimos, uma vez que estes vírus são transmitidos pelo mesmo vetor assumimos que os riscos de transmissão das doenças serão idênticos para todas.

Assumindo as temperaturas verificadas no cenário de referência e considerando que a população de mosquitos estava infetada com o vírus da dengue, estimamos o risco de transmissão desta doença associado ao referido cenário como baixo (grau de confiança alta, vulnerabilidade atual negativo). No cenário climático de curto prazo, o risco de transmissão da dengue estima-se que seja baixo-médio, o risco aumenta para médio, nos cenários de médio prazo e para um risco alto quando consideramos o cenário climático A2 de longo prazo (grau de confiança alta).

O mosquito *Culex pipiens* também está presente em abundância na ilha. Este mosquito não é atualmente conhecido por estar infetado com o vírus do Oeste do Nilo, e consequentemente o risco atual de transmissão do vírus do Oeste do Nilo é insignificante (grau de confiança alta, vulnerabilidade atual negativo). Contudo a RAM é visitada por muitas aves migratórias, frequentemente envolvidas na introdução do vírus do Oeste do Nilo, havendo um risco real de introdução deste vírus na ilha.

A nossa avaliação concluiu que se a população de *Culex pipiens* na ilha ficar infetada, então o risco de transmissão da febre do Oeste do Nilo será médio para o período de referência e o cenário de curto prazo, passando para um nível de vulnerabilidade médio-alto nos cenários de médio prazo, e para uma vulnerabilidade alta nos cenários de longo prazo (grau de confiança alta).

Considerando o impacto significativo que estas doenças transmitidas por mosquitos podem ter na saúde pública é fundamental que as medidas de controlo do mosquito, assim como os programas de vigilância dos mosquitos e dos hospedeiros sejam reforçados e avaliados periodicamente.

O clima ameno da Madeira e a sua rica flora e fauna fazem da ilha a localização ideal para as carraças sobreviverem. Das muitas espécies de carraças que habitam a ilha, a *Ixodes ricinus* é a mais abundante. Esta carraça está atualmente infetada com vários agentes patogénicos incluindo a *Borrelia lusitaniae*, a bactéria responsável pela doença de Lyme (ou Borreliose). A vulnerabilidade atual de transmissão da doença de Lyme foi avaliada como médio (grau de confiança alta, vulnerabilidade atual muito negativo). As alterações climáticas poderão mudar os períodos sazonais favoráveis para a transmissão da doença favorecendo o inverno e a primavera mas reduzindo o risco no verão e no outono. No global, o risco de transmissão da doença é provável que se mantenha médio (grau de confiança alta).

Não está disponível atualmente nenhuma vacina contra a Borreliose e como tal estar atento à presença das carraças, o uso de vestuário apropriado nas áreas infestadas com carraças e a remoção precoce das carraças permanecem como as principais medidas de prevenção.

Será igualmente desejável assegurar a continuidade dos programas de vigilância epidemiológica e dos vetores (carraças) o qual não integra, atualmente, o programa REVIVE.

Apesar do clima ser o fator chave na dinâmica de transmissão destas doenças pelos vetores

é importante lembrar que outros fatores como a copresença de alimentos/hospedeiros adequados para o vetor e os agentes patogênicos infecciosos também têm um papel significativo. A transmissão de doenças para os seres humanos requer um contacto humano (exposição) com o vetor parasita infectado. Esta exposição é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo o comportamento humano, as condições socioeconômicas, as práticas de gestão ambiental e as práticas associadas aos cuidados de saúde primários. Além disso, fatores intrínsecos tais como a imunidade afetam a gravidade da doença. A transmissão da doença ocorre apenas se todos estes fatores forem favoráveis para a transmissão.

5. REFERÊNCIAS

- › Alberdi, J.C., Díaz, J., Montero, J.C., Mirón, I.J. (1998), *Daily Mortality in Madrid Community (Spain) 1986-1991: Relationship with Atmospheric Variables*. Eur J Epidemiol 14:571-578.
- › Almeida S., Casimiro E., Calheiros J. (2010), *Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal*. Environmental Health, 9:12.
- › Basu, R., Samet, J., (2002), *Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence*. Epidemiologic Reviews.
- › Bernandes C., et al. (2010), *Dinâmica populacional de ixodídeos em duas regiões de Portugal*. Presentation at AP Tox Workshop: Saúde & alterações climáticas em Portugal.
- › Burge, H.A. e Rogers, C.A. (2000). *Outdoor allergens. Environmental Health Perspectives* 108 (suppl. 4): 199-209.
- › Calheiros, J.M. e Casimiro, E. (2006), *Saúde Humana e Implicações para o Turismo*, em F.D. Santos e P. Miranda (editores), *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II*, Gradiva, Lisboa, pp 233-270.
- › Camacho, I. (2007), *Estudo Aerobiológico da Cidade do Funchal. Detecção Bioquímica dos Principais Aeroalergénios Polínicos*, Universidade da Madeira
- › Camara I., Fernandes A.M., Câmara R. (2009). *Monitorização aerobiológica da cidade de Funchal*. Rev. Port. Imunoalergologia, 17(5): 419-434.
- › Câmara, R., Câmara, I., Oliveira, S., Carvalho, M.A. e Drummond Borges, F. (2001), *Prevalência de Sensibilização a Pólenes em Doentes com Rinite da Consulta de Imunoalergologia do C.H.F.* Revista Portuguesa de Imunoalergologia, (9) 2:176

- › Cariñanos, P., Casares-Porcel, M. (2011), *Urban Green Zones and Related Pollen Allergy: A Review. Some Guidelines for Designing Spaces with Low Allergy Impact, Landscape and Urban Planning*. 205-214.
- › Casimiro E., Almeida S., Gomes A. (2010). *Sector Saúde in Plano Estratégico de Cascais face às Alterações Climáticas*. Santos, F.D. and M.J. Cruz (Editors). Câmara Municipal de Cascais, Portugal.
- › Casimiro E., e Calheiros, J.M. (2002), Human Health, in F.D. Santos, K. Forbes, R. Moita (editors), *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project*, Gradiva Publicações, Lisboa, pp 241-300.
- › Casimiro E., Calheiros, J.M., Selada C. (2015), *Clima Madeira – Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas na Transmissão da Dengue na Madeira*. Relatório D 2.1.2.
- › Casimiro E., Nogueira P., Lourenço T., Almeida S. (2006). Saúde Humana em *Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira – Projecto CLIMAAT II*. F.D.Santos e R. Aguiar (editores), Direcção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal.
- › Casimiro, E., Calheiros, J., Santos, F.D., e Kovats, S. (2006). *National Assessment of Human Health Effects of Climate Change in Portugal: Approach and Key Findings*. Environmental Health Perspectives Volume 114, Number 12, 1950-1956.
- › Curriero, F.C., Heiner, K.S., Samet, J.M., Zeger, S.L., Strug, L., Patz, J.A. (2002), *Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States*. Am J Epidemiol.; 155(1):80–87.
- › D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T., van Cauwenberge, P. (2007), *Allergenic Pollen and Pollen Allergy in Europe*. Journal Compilation, Blackwell Munksgaard, 10.1111/j.1398-9995.2007.01393.x.
- › DGS, (2014), *Doenças de Declaração Obrigatória – 2009-2012 – Volume II*, Direcção-Geral da Saúde.
- › DREM, (2013), *Estatísticas Demográficas da Região Autónoma da Madeira – Ano 2012*, Direcção Regional de Estatística da Madeira, Funchal.
- › DREM, (2014), *Estatísticas de Saúde da Região Autónoma da Madeira – Ano 2012*, Direcção de Estatística da Madeira, Funchal.
- › DREM, (2014), *Estatísticas Demográficas da Região Autónoma da Madeira – Ano 2013*, Direcção Regional de Estatística da Madeira, Funchal.
- › Gazave E., Chevillon C., Lenormand T., Marquine M., Raymond M. (2001), *Dissecting the cost of insecticide resistance genes during the overwintering period of the mosquito Culex pipiens*, *Heredity*, 87(4): 441-448.

- › Huynen, M., Martens, P., Schram, D., Weijenberg, M., Kunst, A., (2001), *The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population*, *Environ Health Perspect* 109:463-470.
- › Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2013), *Climate Change 2013 The Physical Science Basis*, Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York – USA.
- › IPMA, *Enciclopédia IPMA – O que é uma onda de calor*. Retirado a 22 de janeiro de 2015 de <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml>
- › Keating, W.R., Donaldson, G.C., Cordioli, E., Martinelli, M., Kunst, A.E., Mackenbach, J.P., Nayha, S., Vuori, I., (2000), *Heat Related Mortality in Warm and Cold Regions of Europe: Observational Study*, *BMJ*, 321:670-3.
- › Koppe, C., Jendritzky, G., Kovats, R.S., Menne, B., (2003), *Heatwaves: Impacts and Responses*. World Health Organization-Europe, Copenhagen.
- › Kovats, R., Hajat, S., (2007), *Heat stress and public health: a critical review*. AR Journals ANRV337-PU29-09.
- › Kunst, A.E., Looman, C.W., Mackenbach, J.P., (1993), *Outdoor Air Temperature and Mortality in the Netherlands*. Am J Epidemiol, 137: 33141.
- › Larsen, U., (1990), *The Effects of Monthly Temperature Fluctuations on Mortality in the United States from 1921 to 1985*. Int J Biometeorol 34:136–145.
- › Loetti, V., Schweigmann N., Burrioni N., (2011), *Developmental rates, larval survivorship and wing length of Culex pipiens at constant temperatures*. Journal of Natural History, 45 (35-36): 2207-2217.
- › Lopes de Carvalho, I., Milhano N., Santos A. S., Almeida V., Barros S.C., de Sousa R., Nuncio M.S., (2008), *Detection of Borrelia lusitaniae, Rickettsia sp. IRS3, Rickettsia monacensis, and Anaplasma phagocytophilum in Ixodes ricinus Collected in Madeira Island, Portugal*. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 8 (4): 575-579.
- › Lopes, P., Pulquério, M., Selada, C., Casimiro, E., (2011). *Data Analyses and Statistical Evaluation*. ClimaTick Project Report.
- › Matuschka F.R., Klug R., Schinkel T.W., Spielman A., Richter A., (1998) *Diversity of European Lyme Disease Spirochetes at the Southern Margin of Their Range*. Applied & Environmental Microbiology, 64 (5): 1980–1982.

- › McGeehin, M., Mirabelli, M., (2001), *The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States*, Environ Health Perspect 109 (suppl 2): 185-189.
- › Michelozzi, P., Kirchmayer, U., Katsouyanni, K., Biggeri, A., McGregor, G., Menne, B., Kassomenos, P., Anderson, H.R., Baccini, M., Accetta, G., Analytis, A., Kosatsky, T., (2007), *Assessment and Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe, the PHEWE Project: Background, Objectives, Design*, Environmental Health Journal, 6:12.
- › Montero, J.C., Mirón, I.J., Díaz, J., Alberdi, J.C., (1997), *Influencia de Variables Atmosféricas sobre la Mortalidad por Enfermedades Respiratorias y Cardiovasculares en los Mayores de 65 años en la Comunidad de Madrid*. Gaceta Sanitaria 11:164-170.
- › Morais de Almeida, M. e Rosado Pinto, J., (1999), *Bronchial Asthma in Children: Clinical and Epidemiologic Approach in Different Portuguese Speaking Countries*. *Pediatr Pulmonol Suppl.*, (18) 49-53
- › Morais de Almeida, M., Gaspar, A. e Rosado Pinto, J., (2001), *Epidemiology of asthma in Portugal, Cape Verde and Macao*. *J. Pediatr Pulmonol.*, (23) 35-37.
- › Morin CW, Comrie AC, Ernst KC. (2013). *Climate and dengue transmission: evidence and implications*. *Environ Health Perspectives* 121:1264-1272.
- › Ogren, T. L. (2002), *Trees, Shrubs and Urban Allergies*. In WAA Annual Conference. Wisconsin ANR Urban Forestry Conference.
- › Ogren, T.L. (2000), *Allergy-free Gardening. The Revolutionary Guide to Healthy Landscaping*. Bekerly, Toronto: Tem Speed Press.
- › Organização Meteorológica Mundial, WCDMP-No. 47, WMO-TD No. 1071
- › *Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas (PCTEA) – Módulo Calor*, (2014), Direção-Geral da Saúde.
- › Randolph SE. *Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors*. *Parasitology*. (2004),129 Suppl:537-65.
- › Reisen W. K., Fang Y., Martinez V.M., (2006), *Effects of Temperature on the transmission of West Nile virus by Culex tarsalis*. *Journal of Medical Entomology* 43:2: 309-317.
- › REVIVE 2014. *Relatório REVIVE 2013 - Culicídeos e Ixodídeos : Rede de Vigilância de Vetores / Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infeciosas Doutor Francisco Cambournac. - Lisboa : Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP, 2014. - 54 p*

- › Rey, G., Jouglu, E., Fouillet, A., Pavillon, G., Bessemoulin, P., Frayssinet, P., Clavel, J., Hémon, D., (2007), *The Impact of Major Heat Waves on All-cause Mortality in France from 1971 to 2003*, *Int Arch Occup Environ Health*, 80(7): 615-626.
- › Smith, K.R., A. Woodward, D. Campbell-Lendrum, D.D. Chadee, Y. Honda, Q. Liu, J.M. Olwoch, B. Revich, and R. Sauerborn, 2014: Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 709-754.
- › SPAIC, *Perguntas mais frequentes*, Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica. Retirado a 6 de janeiro de 2013 de <http://www.rpaerobiologia.com/faqs/?iml=PT&imr=7n&fmo=ver&ajuda=10>.
- › Spielman A. (2001), *Structure and seasonality of nearctic Culex pipens populations*, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 951: 220-234.
- › WHO (2004), *Health and Global Environmental Change – Series, No.2, Heat-waves: Risks and Responses*, World Health Organization. Copenhagen. Denmark.
- › WHO (2009), *Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT*, World Health Organization.

Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados às ondas de calor

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Mortalidade associada às ondas de calor	Temperatura	Estado geral da saúde	Neutro (0)	Média	-1	-2	-2	-3	-2	Média	
	Humidade	Temperatura do ar interior									

Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar (exterior)

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Mortalidade/ morbilidade associada à exposição a PM ₁₀	Temperatura	Estado geral da saúde	Muito Negativo (-2)	Média	-2	-2	-2	-3	-3	Média	
	Precipitação	Fonte(s) de poluição									
	Vento										
Mortalidade/ morbilidade associada à exposição a O ₃	Temperatura	Estado geral da saúde	Neutro (0)	Média	-1	-2	-2	-3	-3	Média	
	Vento	Fonte(s) de poluição dos precursores de ozono									
Morbilidade associada à exposição ao Pólen	Temperatura	Estado geral da saúde	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-2	-2	Média	
	Precipitação	Tipo de planta/pólen									
	Vento										

Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por mosquitos

Impactos Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Transmissão da dengue e Febre do Nilo Ocidental (sem o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito	Neutro (0)	Alta	0	0	0	0	0	Alta	
	Humidade	Replicação viral									
	Precipitação	Contacto: mosquito-humano									
Transmissão da dengue (com o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-3	-2	Alta	
	Humidade	Replicação viral									
	Precipitação	Contacto: mosquito-humano									
Transmissão Febre do Nilo Ocidental (com o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito, Replicação viral	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-3	-2	Alta	
	Humidade										
	Precipitação										

Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por carraças

Impactos Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Transmissão da doença de Lyme (sem o agente patogénico presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência da caraca	Neutro (0)	Alta	0	0	0	0	0	Alta	
	Humidade	Presença de hospedeiros									
	Precipitação	Contacto: caraca-humano									
Transmissão da doença de Lyme (com o agente patogénico presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência da caraca	Muito Negativo (-2)	Alta	-2	-2	-2	-2	-2	Alta	
	Humidade	Presença de hospedeiros									
	Precipitação	Contacto: caraca-humano									

SAÚDE

adaptação às
alterações climáticas

AUTORES

Elsa Casimiro
José M. Calheiros
Carla Selada

MARÇO 2015

SUMÁRIO

O presente relatório enumera uma série de medidas de adaptação que podem ser tomadas para fazer face aos impactes na saúde humana associados às alterações climáticas na RAM, nomeadamente, em relação aos impactes relacionados com o calor, qualidade do ar e doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças).

As medidas apresentadas são suscetíveis de trazer benefícios para a saúde da população, mesmo na ausência de alterações climáticas. São também descritas as medidas de adaptação atualmente em curso e são discutidas as dificuldades encontradas na implementação das medidas. Esta discussão envolveu a participação de vários peritos assim como parceiros locais (*stakeholders*).

Atualmente, já existem alguns sistemas de aviso e alerta relativamente ao impacte do calor e da exposição à poluição atmosférica, assim como, diversas medidas de monitorização e controlo de mosquitos (muito devido ao surto de dengue que ocorreu na ilha em 2012-2013).

Globalmente, as medidas de adaptação às alterações climáticas no setor da saúde humana têm vindo a desenvolver-se nos últimos anos, associadas a alguns dos recentes eventos climáticos extremos (ondas de calor, ciclones, inundações, etc.). Uma das principais medidas de adaptação, que os países têm implementado, são os sistemas de aviso e alerta para prevenir os impactes negativos na saúde, alertando as autoridades de saúde competentes e a população em geral para os riscos relacionados com as alterações climáticas.

Outras medidas passam por fortalecer os cuidados de saúde primários para o possível aumento de doenças cardiorrespiratórias e/ou transmitidas por vetores, promover campanhas de sensibilização para os profissionais de saúde, população em geral e comunicação social sobre os riscos associados às alterações climáticas, ou ainda, tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais: (ex. Televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc).

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas envolvem uma grande variedade de riscos para a saúde pública. A maioria dos potenciais impactes na saúde associados a estas alterações do clima pode, no entanto, ser evitada ou reduzida através de uma combinação entre fortalecer as funções chave dos sistemas de saúde e uma melhor gestão dos riscos apresentados por um clima em mudança.

As autoridades e outros parceiros interessados precisam de perceber os impactes atuais e projetados das alterações climáticas e as suas implicações na saúde de forma a preparar e implementar um conjunto de respostas para garantir um nível máximo de adaptação. Exemplos deste tipo de respostas incluem sistemas de aviso e alerta, planos de gestão de emergências e fortalecimento dos sistemas de saúde; outras medidas preventivas incluem habitações mais seguras, proteção contra cheias, controlo de vetores e melhoria da vigilância. Para assegurar que são tomadas medidas de adaptação oportunas e eficazes, os decisores devem apresentar coerência entre setores e níveis de governação.

1.1. Identificação de possíveis impactes na saúde

As alterações climáticas projetadas indicam efeitos adversos substanciais na saúde humana que serão distribuídos de forma desigual dentro e entre as populações. Os resultados de um estudo recente da Organização Mundial de Saúde estimam que, entre 2030 e 2050, ocorram aproximadamente 250 000 mortes adicionais por ano devido às alterações climáticas. Em 2030, projeta-se que a África subsaariana venha a sofrer o maior peso dos impactes da mortalidade associada às alterações climáticas e que em 2050, o sul da Ásia seja a região mais afetada pelos efeitos na saúde resultantes das alterações climáticas. Este estudo também concluiu que a maioria das mortes relacionadas com as alterações climáticas nos países desenvolvidos estará associada ao *stress* por calor em idosos. Na Europa Ocidental, estima-se que o *stress* provocado por calor na população idosa esteja associado a 2625 e 5573 mortes adicionais atribuíveis à alteração climática em 2030 e 2050, respetivamente (Hales et al., 2014).

Ao longo da última década tem sido elaborado um número crescente de estudos analisando os possíveis impactes das alterações climáticas em Portugal. O relatório do SIAM I constitui o

primeiro estudo nacional de um país do sul da Europa em que foi avaliada a relação entre as alterações climáticas e o seu impacto na saúde humana. Neste estudo os impactes foram avaliados para Portugal continental (Casimiro & Calheiros, 2002). Subsequentemente, estes impactes foram avaliados a um nível regional para Portugal continental no projeto SIAM II (Calheiros & Casimiro, 2006), assim como, para a Região Autónoma da Madeira (RAM) no projeto CLIMAAT II (Casimiro et al., 2006). Reconhecendo a necessidade de dispor de informação sobre os potenciais impactes a um nível local, vários municípios têm promovido a realização de estudos sobre os impactes na saúde decorrentes das alterações climáticas ao nível municipal. Um exemplo é o estudo integrado no “Plano Estratégico do Concelho de Cascais face às Alterações Climáticas” (Casimiro et al., 2010).

No estudo CLIMAAT II os impactes foram avaliados a um nível regional, separadamente, para a ilha da Madeira e para a ilha de Porto Santo.

No presente estudo procede-se a uma avaliação detalhada dos potenciais impactes sobre a saúde resultantes das alterações climáticas em cada um dos 10 concelhos da ilha da Madeira. Com base na informação e dados disponíveis foram avaliados os impactes na saúde associados às ondas de calor, à qualidade do ar (partículas inaláveis — PM10, ozono troposférico, e pólenes) e às doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças) na RAM (Casimiro et al., 2015). A avaliação constitui um avanço relativamente a estudos anteriores, mas que ainda continua limitada pela escassa informação quantitativa e conhecimento dos mecanismos causais que relacionam o clima com os impactes na saúde a uma escala local.

2. METODOLOGIA

Os riscos das alterações climáticas são sistémicos e a longo prazo na natureza, o que requer uma abordagem diferente para a avaliação em comparação com outros riscos para a saúde pública. Conduzir uma avaliação de vulnerabilidade e adaptação às alterações climáticas é um processo similar para todas as nações e regiões: o objetivo continua a ser perceber melhor como a variabilidade climática e as alterações climáticas podem afetar a saúde atualmente e no futuro, de forma a apoiar o desenvolvimento de políticas e programas que podem proteger a saúde pública. No entanto, o contexto, a estrutura e o conteúdo da avaliação podem variar, dependendo de circunstâncias locais, condições socioeconómicas, quadros legais e regulamentares entre outros fatores que refletem as necessidades de decisão local.

No presente estudo a metodologia consistiu em duas tarefas principais: primeiro foram avaliados os impactes na saúde relacionados com as alterações climáticas locais, seguido de uma revisão de medidas de adaptação que podem reduzir estes impactes. Os impactes na saúde decorrentes das alterações climáticas são reportados no relatório de Casimiro et al., 2015, enquanto o presente relatório é focado nas medidas de adaptação.



Figura 1 – Concelhos da Região Autónoma da Madeira

Os impactes foram avaliados por concelho da Região Autónoma da Madeira (Figura 1), usando um cenário de referência (1970-1999) e três cenários temporais futuros: um cenário a curto prazo (A2:2010_2039), dois cenários a médio prazo (A2:2040_2069 e B2:2040_2069), e dois cenários a longo prazo (A2:2070_2099 e B2:2070_2099). Os métodos utilizados para avaliar os impactes das alterações climáticas na saúde foram semelhantes aos descritos por Casimiro e colaboradores (2006).

A avaliação da adaptação apresentada neste relatório focou-se em:

- Descrever medidas de adaptação atualmente implementadas na RAM, que designamos como capacidade adaptativa atual.
- Discussão de lacunas de dados/informação que possam contribuir para melhorar as medidas de adaptação. Esta discussão envolveu a participação de vários peritos assim como parceiros locais (*stakeholders*).
- Finalmente, é apresentada uma lista de medidas de adaptação sugeridas. Estas medidas de adaptação são medidas “win-win”, ou seja, medidas suscetíveis de trazer benefícios para a saúde da população, mesmo na ausência de alterações climáticas.

2.1. Limitações da Avaliação

Esta avaliação utilizou cenários climáticos para estimar o efeito das alterações climáticas sobre determinados aspetos de saúde. A quantificação dos efeitos na saúde por causa específica não foi possível devido a dois pontos-chave:

- Não foi possível estabelecer a relação/modelo quantitativos do clima local *versus* doença maioritariamente devido a limitações de dados, e;
- Não estavam disponíveis para a RAM cenários populacionais (correspondentes aos cenários climáticos usados).

Os impactes das alterações climáticas na saúde também vão depender do estado de saúde das populações afetadas, que por sua vez dependem das condições socioeconómicas futuras e de outros fatores importantes, como uma cobertura de saúde universal e regulamentação ambiental. Os cenários futuros para estes parâmetros não estão disponíveis para a RAM.

3. RESULTADOS & DISCUSSÃO

3.1. Impactes relacionados com o calor

A exposição prolongada a temperaturas elevadas, principalmente durante vários dias consecutivos, pode provocar efeitos negativos na saúde humana, manifestando-se sobretudo através do agravamento de doenças crónicas (principalmente as cardiopulmonares) e de doenças relacionadas com o calor: câibras, esgotamento e, nas situações mais graves, o golpe de calor.

No estudo de avaliação de impactes das alterações climáticas na saúde humana relacionados com o calor foi utilizada a definição climatológica de índice de duração de onda de calor (*HWDI* – *Heat Wave Duration Index*) da Organização Meteorológica Mundial (WCDMP-No.47, WMO-TD No. 1071), na qual se considera que ocorre uma onda de calor quando, num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos, as temperaturas máximas do ar são 5°C superiores à média das temperaturas máximas no período de referência (1971-2000) (IPMA).

De seguida são apresentados os resultados dos impactes na saúde associados às ondas de calor para os diferentes cenários analisados, representando a Tabela 1 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados às ondas de calor a respetiva matriz de vulnerabilidade.

Cenário de referência (1970-1999):

- Poucos episódios de onda de calor;
- Machico e Ponta do Sol — concelhos com maior probabilidade de sofrerem os impactes de uma onda de calor;
- Impacte na saúde resultante de uma onda de calor foi muito baixo — **vulnerabilidade atual neutra.**

Cenário de curto prazo (2010-2039):

- Previsível um ligeiro aumento do número de dias de *stress* por calor;
- Machico, Ponta do Sol, Ribeira Brava e Calheta — concelhos com uma maior probabilidade de ocorrer uma onda de calor;

- Junho, outubro e abril — meses com provável maior impacto;
- Impacte na saúde resultante de uma onda de calor é expetável que seja negativo — **vulnerabilidade curto prazo negativa**

Cenário de médio prazo (2040-2069):

- Número de episódios de onda de calor é provável que duplique;
- Machico, Ponta do Sol, Ribeira Brava, Calheta, Câmara de Lobos, São Vicente, Santana e Porto Moniz — concelhos mais afetados nos cenários A2 e B2;
- Abril, outubro, setembro, maio e junho — meses com maior impacto;
- Impacte na saúde resultante de uma onda de calor é expetável que seja muito negativo tanto para o cenário A2 como para o B2 — **vulnerabilidade médio prazo muito negativa**

Cenário de longo prazo (2070-2099):

- Esperado um aumento significativo de episódios de onda de calor, mais evidente no cenário A2, com um padrão global similar para ambos os cenários avaliados;
- Todos os concelhos com prováveis ondas de calor. Ponta do Sol, Ribeira Brava, Calheta e Funchal — concelhos com onda de calor maior significância;
- Abril e maio — meses mais afetados; julho e agosto — meses menos afetados;
- Impacte na saúde resultante de uma onda de calor é expetável que seja muito negativo para o cenário B2, admitindo-se níveis críticos para o cenário A2 — **vulnerabilidade longo prazo muito negativa (cenário B2)/crítica (cenário A2)**.

Tabela 1 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados às ondas de calor

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)	
					A2	A2	B2	A2	B2	
Mortalidade associada às ondas de calor	Temperatura	Estado geral da saúde	Neutro (0)	Média	-1	-2	-2	-3	-2	Média
	Humidade	Temperatura do ar interior								

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Capacidade adaptativa

Atualmente, para a ilha da Madeira existe um sistema de avisos meteorológicos para a população e autoridades de proteção civil. Este sistema é utilizado como uma forma de resposta no que respeita aos impactes do calor na saúde humana.

Sistema de avisos meteorológicos

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) assegura a vigilância meteorológica e emite avisos meteorológicos para Portugal continental, Arquipélago dos Açores e Arquipélago da Madeira. Os avisos são emitidos quando estão previstos ou se observam fenómenos meteorológicos adversos que representem um risco a diferentes níveis para a população, para as 24 horas seguintes.

Os avisos seguem uma escala de cores que reflete o grau de intensidade do fenómeno (ver Figura 2), ou no caso de ser emitido um aviso para dois ou mais parâmetros meteorológicos, a cor referente ao parâmetro que tem o risco mais elevado em conjunto com o respetivo pictograma. A informação referente ao(s) outro(s) parâmetros é disponibilizada através de um mapa interativo.

CONSIDERAÇÕES CONSOANTE A COR DO AVISO

Cinzento	Informação em actualização.
Verde	Não se prevê nenhuma situação meteorológica de risco.
Amarelo	Situação de risco para determinadas atividades dependentes da situação meteorológica. Acompanhar a evolução das condições meteorológicas.
Laranja	Situação meteorológica de risco moderado a elevado. Manter-se ao corrente da evolução das condições meteorológicas e seguir as orientações da ANPC.
Vermelho	Situação meteorológica de risco extremo. Manter-se regularmente ao corrente da evolução das condições meteorológicas e seguir as orientações da ANPC.

Figura 2 – Escala de cores associada aos avisos meteorológicos emitidos pelo IPMA

No caso da RAM são emitidos avisos para quatro regiões (Costa Norte, Regiões Montanhosas, Costa Sul e Porto Santo), para as seguintes situações meteorológicas: vento forte, precipitação forte, queda de neve, trovoadas, frio, **calor**, nevoeiro persistente e agitação marítima, de acordo com os critérios de emissão descritos na Figura 3.

PARA O ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA						
Aviso	Parâmetro	Amarelo	Laranja	Vermelho	Unidade	Notas
Vento	Rajada Máxima do Vento	70 a 90	91 a 130	> 130	km/h	
		90 a 110	111 a 130	> 130	km/h	Nas terras altas
Precipitação	Chuva/ Aguaceiros	10 a 20	21 a 40	> 40	mm/1h	Milímetros numa hora
		30 a 40	41 a 60	> 60	mm/6h	Milímetros em 6 horas
Neve	Queda de Neve	5 a 10	11 a 100	> 100	cm	Cota (altitude > 1000m)
		1 a 5	6 a 30	> 30	cm	Cota (altitude < 1000m)
Trovoada	Descargas Eléctricas	a)	b)	c)		a) Frequentes e Dispersas. b) Frequentes e Concentradas. c) Muito Frequentes e excessivamente concentradas.
Nevoeiro	Visibilidade	* \geq 48h	* \geq 72h	* \geq 96h		* - duração
Tempo Quente	Temperatura Máxima	# a # *	# a # *	> # *	°C	* - duração \geq 48 horas
Tempo Frio	Temperatura Mínima	# a # *	# a # *	< # *	°C	* - duração \geq 48 horas
Agitação Marítima	Altura Significativa das Ondas	4 a 5	5 a 7	> 7	m	

- Valores para cada região apresentados na tabela seguinte.

REGIÃO	TEMPERATURA MÍNIMA			TEMPERATURA MÁXIMA		
	Amarelo	Laranja	Vermelho	Amarelo	Laranja	Vermelho
Costa Norte	7 a 8	5 a 6	< 5	24 a 26	27 a 30	> 30
Regiões Montanhosas	-2 a -1	-4 a -2	< -4	25 a 27	28 a 29	> 29
Costa Sul	10 a 11	8 a 9	< 8	27 a 29	30 a 35	> 35
Porto Santo	10 a 11	8 a 9	< 8	26 a 27	28 a 31	> 31

Figura 3 – Critérios de emissão de avisos meteorológicos para a RAM

A divulgação dos avisos é feita através do sítio da internet do IPMA (www.ipma.pt) com o intuito de avisar as autoridades de Protecção Civil e a população em geral.

Lacunas de conhecimento

Um aumento da mortalidade futura relacionada com o calor é visto como um dos impactes mais prováveis das alterações climáticas antropogénicas futuras (Smith et al., 2014).

Foi observado um aumento da mortalidade aguda associada às altas temperaturas em quase toda a população em que foi estudada esta relação. A relação entre a temperatura e a mortalidade é usualmente descrita por uma curva em J- ou V-, com a taxa de mortalidade mais baixa observada a temperaturas moderadas e aumentando progressivamente com o aumento da temperatura. O conhecimento desta curva dose-resposta para a população é importante porque permite saber de que forma a população reage e posteriormente diminuir/reduzir os riscos associados ao *stress* térmico. As populações humanas estão adaptadas aos seus climas locais como indicado pelo valor do limiar acima do qual o risco de mortalidade começa a aumentar (Hales et al., 2014).

Existem muito poucos estudos conduzidos na RAM relacionando o tempo local aos impactes na saúde. A maioria destes estudos utiliza apenas parâmetros meteorológicos locais sem estabelecer uma relação quantitativa entre saúde humana e tempo (i.e. *stress* por calor). Os estudos que se focam apenas nos aspetos meteorológicos são bons para fins de rastreio, mas para quantificar a vulnerabilidade local da população ao *stress* por calor é importante que seja estabelecida uma relação quantitativa local entre as condições meteorológicas locais e os efeitos na saúde da população local (i.e. mortalidade).

A relação dose-resposta deve ser estabelecida ao nível da cidade baseada em análises de séries temporais. Para este tipo de estudo é preciso uma base de dados de boa qualidade de pelo menos 5 anos consecutivos, contendo dados de mortalidade diária, parâmetros meteorológicos diários e dados de possíveis parâmetros confundidores como é o caso da poluição do ar.

Quando se estabelece a relação dose-resposta para uma cidade específica, podem ser usados dois parâmetros chave como base de um sistema de aviso e alerta para o *stress* provocado pelo calor. O parâmetro "*heat threshold*" (limiar de calor) representa o valor de temperatura acima do qual o efeito do calor é observado. O parâmetro "*heat slope*" (declive de calor) representa a percentagem de aumento no risco de morrer acima do "*threshold*" estimado.

No presente estudo não foi possível estudar esta relação dose-resposta pois os dados de saúde adequados não estavam acessíveis para os mesmos anos dos dados meteorológicos diários e dos dados de poluição do ar. Além disso, as políticas de privacidade de dados em Portugal proíbem o acesso diário a dados de mortalidade diária por sexo, grupos etários e tipos de doenças. Assim, não foi estabelecida uma relação dose-resposta quantitativa para a RAM.

Medidas de adaptação

Uma importante medida de adaptação às alterações climáticas, atualmente implementada em muitos países europeus, incluindo Portugal, são os sistemas de vigilância e alerta, dos quais constam ações e medidas de prevenção para fazer face aos riscos para a saúde resultantes do calor intenso. Estes sistemas têm como objetivo melhorar a atuação dos serviços de saúde e de resposta social em períodos de maior risco, contribuindo assim para aumentar a resiliência da população (PCTEA, 2014).

A adaptação pode passar no futuro pela melhoria/fortalecimento do sistema de cuidados de saúde primários para fazer frente ao provável aumento de doenças cardiorrespiratórias associadas ao calor intenso, que ocorrem principalmente na população idosa. Sendo este grupo da população um dos mais vulneráveis aos efeitos do calor intenso e visto que a esperança média de vida e a idade da população na Europa estão a aumentar, é expectável que o número de pessoas vulneráveis aos efeitos do calor intenso também venha a aumentar (Koppe, 2004). A climatização dos serviços de saúde e dos locais de acolhimento de idosos antes da época de verão também deve ser uma prioridade.

Outra medida relevante consiste na sensibilização dos profissionais de saúde, que devem estar informados sobre os riscos particulares da exposição ao calor em função das condições de saúde dos doentes. Estes profissionais devem estar preparados para esclarecer os pacientes na forma de adaptar os seus estilos de vida e como ajustar a medicação durante períodos de calor intenso (OMS, 2011).

A população em geral deve ter um acesso fácil a toda a informação relacionada com os impactes do calor na saúde, devendo ser disponibilizadas informações específicas para grupos da população mais vulneráveis aos efeitos do calor intenso: idosos, crianças, pessoas com doenças crónicas, entre outros. No entanto, a eficácia dos sistemas de alerta depende do comportamento da população que deve seguir as recomendações das autoridades de saúde aquando da ocorrência de períodos de calor intenso, nomeadamente, reduzindo a sua exposição ao calor, ajustando o vestuário, alimentação e os níveis de atividade física.

Em 2003, uma onda de calor atingiu toda a Europa durante o verão. O impacte estimado, em 2005, para este episódio de calor resultou num excesso de mortalidade de cerca de 50 000 óbitos, além do esperado (Brucker, 2005). Posteriormente, em 2009, esta estimativa foi estabelecida em 70 000 óbitos acima do esperado (Robine et al., 2008). Em Portugal, foi estimado um excesso de mortalidade de 1953 óbitos, após correção para a idade dos indivíduos (Calado et al., 2004).

Num estudo realizado para a França (Fink et al., 2004) após a onda de calor de 2003 indica que os custos estimados em saúde associados a este evento, incluindo a perda de vidas humanas terão sido superiores a 500 milhões de euros. Considerando que a preparação de um sistema de alerta calor-saúde em 2005 foi calculada em 287 000 €, com um custo operativo entre 1 de junho e 31 de agosto calculado em 454 000 €, acrescido dos custos de 741 000 € por ser o primeiro ano, esta intervenção foi relativamente pequena comparando com os custos estimados em saúde após a onda de calor.

Seguidamente apresentam-se as medidas de adaptação que podem ser adotadas para minimizar os impactes na saúde humana resultantes de episódios de onda de calor:

Conhecimento

- Estabelecer uma relação dose-resposta para a RAM, para que possa ser implementado um sistema de aviso e alerta local baseado na sensibilidade da população local ao *stress* por calor. Esta relação deve seguir:

1) Identificar e monitorizar os locais e grupos da população mais vulneráveis ao calor intenso

2) Desenvolver índices de conforto bioclimático

- As populações aclimatizam-se e adaptam-se a temperaturas elevadas e climas em aquecimento. Existe, contudo, pouca evidência em relação à taxa ou extensão da adaptação.

Tecnologia

- Tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais: (ex. televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc.);
- Desenvolver sistemas de informação como suporte à implementação de planos de atuação calor/saúde. Deve ser desenvolvido para as populações locais, assim como, para os turistas;
- Criar mapas de vulnerabilidades locais com a temperatura ambiente que indiquem quais as zonas urbanas que mais precisam de arrefecimento.

Governança

- Planeamento e implementação de planos de atuação calor/saúde para fazer frente aos efeitos do calor intenso na saúde humana;
- Planeamento e implementação de corredores verdes com o objetivo de diminuir o efeito de ilha de calor urbano aumentando o conforto térmico;
- Melhorias na habitação e nos espaços exteriores construídos, como o aumento de espaços verdes e utilização de albedo (telhados com pintura branca);
- Fortalecimento do sistema de cuidados de saúde primários para fazer frente ao provável aumento de doenças cardiorrespiratórias associadas ao calor intenso;
- Assegurar que o sistema de fornecimento de energia não vai ficar comprometido durante episódios de onda de calor.

Socio economia

- Promover a sensibilização dos profissionais de saúde e dos meios de comunicação social para os potenciais impactes sobre a saúde;
- Promover ações de sensibilização da população sobre os efeitos nefastos no calor intenso na saúde;
- Melhoria da vigilância e controlo das doenças sensíveis aos efeitos do calor;

- Melhoria das condições de climatização em lares e centros de dia para idosos, escolas e creches, unidades prestadoras de cuidados de saúde, etc.;
- Desenhar novos edifícios e reabilitar os antigos para minimizar as necessidades de arrefecimento, assegurando que, caso seja necessário esse arrefecimento, são utilizados métodos baixo-carbono e energeticamente eficientes.

Natureza

- Utilização, nos corredores verdes, de espécies diversificadas, resistentes a um clima mais quente e seco e com menor potencial alérgico.

3.2. Impactes associados à qualidade do ar

Os diversos estudos que analisaram as alterações climáticas globais e os efeitos na saúde relacionados com a poluição do ar indicam que os impactos mais preocupantes são, sobretudo, os que estão associados à exposição ao ozono troposférico (O₃) e aos agentes aerobiológicos (pólenes entre outros) (Smith et al., 2014). Devido à sua localização geográfica, a RAM é também vulnerável a fenómenos de intrusão de massas de ar provenientes de desertos africanos que transportem partículas, contribuindo desta forma para elevar as concentrações de partículas (PM₁₀) no ar ambiente.

A presença de poluentes atmosféricos como o dióxido de azoto (NO₂), partículas (PM₁₀) e ozono têm um efeito sinérgico de alergia respiratória com os pólenes.

Foram avaliados os impactes na saúde associados à qualidade do ar, nomeadamente, partículas inaláveis — PM₁₀, ozono troposférico e pólenes. Esta avaliação foi apenas efetuada para o Funchal, por ser o local onde é feita a sua monitorização.

3.2.1. Partículas (PM₁₀)

Apresenta-se de seguida um resumo dos impactes na saúde associados à exposição a partículas (PM₁₀):

- Concentração anual média de 26,9 ug/m³ (período 2006-2010), superior aos valores de referência da OMS (<20 ug/m³), com impacte negativo para a saúde — **vulnerabilidade atual muito negativa**;
- Assumindo a manutenção dos níveis atuais de emissões antropogénicas, um clima mais seco e quente e com menos dias de precipitação, é provável que a concentração de PM₁₀ aumente. O impacte negativo na saúde é provável que aumente gradualmente, atingindo níveis críticos no cenário de longo prazo — **vulnerabilidade futura muito negativa (curto e médio prazo) e crítica (longo prazo)**.

A Tabela 2 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – partículas PM10 mostra a matriz de vulnerabilidade dos impactes associados às partículas (PM₁₀).

Tabela 2 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – partículas PM10

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Mortalidade/ morbilidade associada à exposição a PM ₁₀	Temperatura	Estado geral da saúde	Muito Negativo (-2)	Média						Média	
	Precipitação	Fonte(s) de poluição			-2	-2	-2	-3	-3		
	Vento										

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Capacidade adaptativa

Na Região Autónoma da Madeira existe uma rede de monitorização da qualidade do ar, que mede diariamente as concentrações de vários poluentes, incluindo, partículas PM₁₀ e ozono. Está ainda disponível um modelo de previsão de transporte de partículas naturais que permite a divulgação de informação sempre que se preveja a introdução, em Portugal, de partículas provenientes de zonas áridas com possibilidade de afetar a qualidade do ar. Estes sistemas são utilizados como uma forma de resposta existente no que respeita aos impactes relacionados com a exposição a partículas e ozono na saúde humana.

Impactes relacionados com a qualidade do ar (PM₁₀ e ozono)

1) Rede de monitorização da qualidade do ar da região autónoma da Madeira:

A Rede de Monitorização da Qualidade do Ar na RAM surgiu como resposta à crescente preocupação dos efeitos da poluição atmosférica na saúde humana e no ambiente provocados por poluentes de origem antropogénica ou de origem natural.

No Funchal existem três estações de medição, que registam as concentrações diárias e horárias para os poluentes PM_{2,5}, PM₁₀, ozono, dióxido de enxofre e dióxido de azoto. As estações da Quinta Magnólia e de São Gonçalo que são estações urbanas de fundo, mais abrangentes em termos de área de monitorização e a estação de São João, que é uma estação urbana de tráfego, indicada para a avaliação da qualidade do ar em função do tráfego automóvel (Figura 4).

Para prevenir os efeitos nocivos dos poluentes atmosféricos na saúde humana e no ambiente, a Rede de Monitorização da Qualidade do Ar da RAM tem como objetivos:

- Avaliação da qualidade do ar, com base em métodos e critérios de medição comuns a todo o território nacional;

- Obtenção de informação adequada;
- Disponibilização da informação às autoridades da área do ambiente e ao público em geral, sobre a concentração dos poluentes atmosféricos e influência dos fluxos de poluição transfronteiriça.

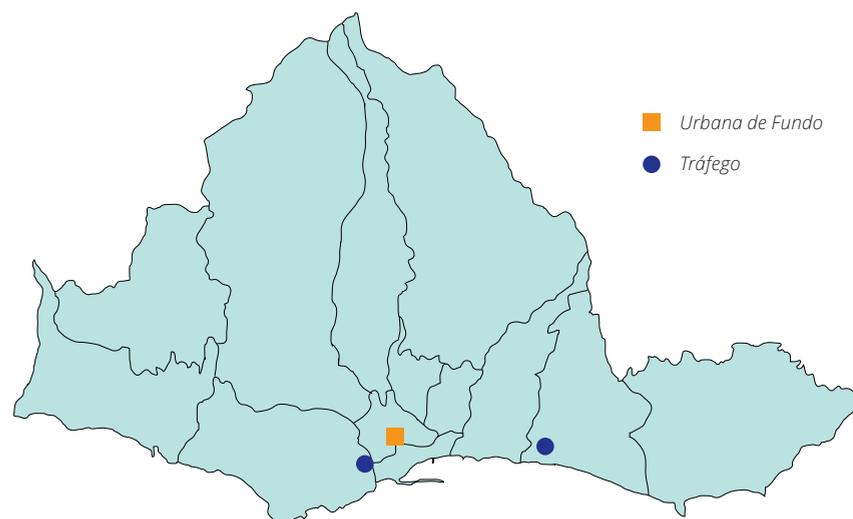


Figura 4 – Rede de Monitorização da Qualidade do ar na RAM

Para que o público tenha um acesso mais rápido e compreensível da informação relativa à qualidade do ar foi estabelecido um índice de qualidade do ar. Este índice é calculado a partir dos valores médios da concentração de cinco poluentes: dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3) e partículas inaláveis (PM_{10}).

O índice de qualidade do ar é associado a uma escala de cores e varia entre “Muito Bom” e “Mau” para cada poluente, sendo que o índice definido é o correspondente ao poluente com a pior classificação.

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) disponibiliza uma base de dados *on-line* sobre a qualidade do ar (<http://qualar.apambiente.pt/>), com os dados fornecidos pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (para o continente), pela Direção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território dos Açores e pela Direção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território da Madeira. A informação relativa às excedências de PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ e ozono são divulgadas no sítio da APA e no sítio da Direção Regional do Ambiente e Ordenamento do Território da Madeira (<http://www.sra.pt/index.php>).

2) Modelo de previsão de transporte de partículas naturais:

Durante os meses de primavera e de verão, pode verificar-se com maior frequência em Portugal (continente e Regiões Autónomas), a presença de partículas na atmosfera provenientes das zonas áridas do Norte de África, nomeadamente dos desertos do Sahara e Sahel. Estas partículas são maioritariamente de origem natural e contribuem para o aumento da concentração de PM_{10} .

As temperaturas elevadas e a alta insolação nas regiões mais áridas originam fortes ventos superficiais e processos de convecção. A ação erosiva do vento sobre os solos liberta partículas minerais que são transportadas a longas distâncias pela circulação atmosférica.

Em particular, a bacia do Mediterrâneo é habitualmente atingida por estes episódios de partículas naturais. De acordo com o estudo de Pey et al. (2013), este fenómeno é mais frequente nas regiões do sul do Mediterrâneo do que nos países do norte, apesar de poder produzir impactes em zonas distantes como as Caraíbas e os Estados Unidos da América (Pey et al., 2013).

Os modelos de previsão de partículas provenientes do deserto são essenciais para complementar as observações relacionadas com as partículas, compreender o seu processo de transporte e prever o impacte destas partículas nas concentrações dos níveis de partículas à superfície. As previsões deste tipo de eventos são obtidas recorrendo aos modelos Dream (Barcelona Supercomputing Center) e Skiron (University of Athens).

A Agência Portuguesa do Ambiente em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa acompanha diariamente a ocorrência destes eventos, divulgando informação sempre que se preveja a introdução de partículas provenientes de zonas áridas em Portugal (eventos naturais) com possibilidade de afetar a qualidade do ar (ver Figura 5).

Lacunas de conhecimento

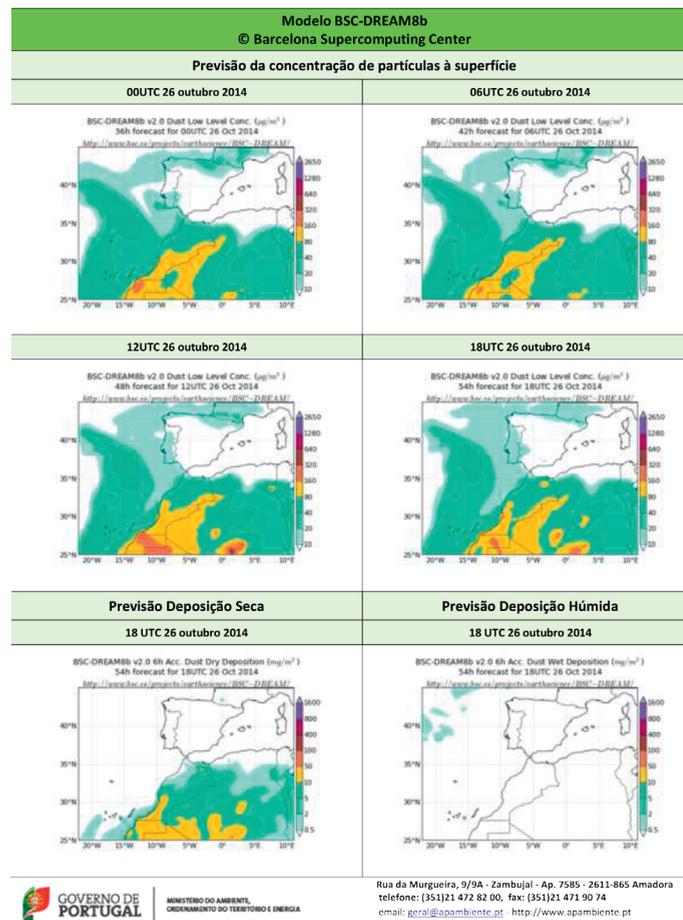
O impacte na saúde resultante da exposição ao ar ambiente é influenciado pelos níveis de concentração de poluentes atmosféricos, assim como, do estado de saúde geral das pessoas. Ambos os fatores diferem de região para região, razão pela qual é importante conduzir estudos epidemiológicos ao nível local, para que os riscos associados à qualidade do ar numa localização específica possam ser quantificados e identificados os grupos mais vulneráveis da população. Na Madeira não foram encontrados estudos quantitativos sobre os impactes na saúde relacionados com a qualidade do ar ambiente. O acesso limitado a dados de saúde diários e a base de dados adequadas de concentrações de poluentes de qualidade do ar não permitiu estabelecer uma relação dose-resposta para a RAM. Desta forma, a presente avaliação não quantificou os riscos de saúde associados a exposições ao ar ambiente na RAM.

Ficha detalhada de previsão de eventos naturais

Apresentam-se de seguida os mapas da previsão da contribuição de partículas em suspensão com origem em regiões áridas dados pelos modelos Dream e Skiron. As imagens apresentadas permitem analisar a previsão de evolução da concentração de partículas em suspensão ao longo do dia. Os mapas seguintes dizem respeito à contribuição da concentração de partículas, bem como, à deposição seca e húmida. A deposição é o processo pelo qual as partículas de aerossol se depositam sobre superfícies, diminuindo a concentração das mesmas na atmosfera. Este processo pode ocorrer sob duas formas:

- deposição seca (quando as partículas se depositam nas superfícies por acção da gravidade, intercepção, impacto, difusão, turbulência, entre outros processos),
- deposição húmida (quando as partículas são transportadas até à superfície através das gotas de chuva).

Estes fenómenos de remoção de poeiras da atmosfera fazem-se frequentemente notar pela deposição nas superfícies (sobretudo automóveis, varandas, etc).



Medidas de adaptação

Apresentam-se de seguida as medidas de adaptação que podem ser adotadas para minimizar os impactos resultantes da exposição a partículas PM_{10} na saúde humana:

Conhecimento

- Assegurar que os registos das estações de monitorização da qualidade do ar não têm uma grande falta de dados. Existem, com frequência, períodos com falta de dados apesar dos registos de dados de monitorização estarem disponíveis desde 2003;
- Melhorar e alargar a rede de monitorização da qualidade do ar assegurando a sua boa manutenção;
- Estabelecer um modelo de previsão da poluição atmosférica que permita que seja estabelecido um sistema de aviso e alerta que informe a população da previsão provável da poluição do ar pelo menos com um dia de antecedência. É importante que os níveis de concentração sejam conhecidos antes de ocorrerem para que os grupos de população mais vulneráveis possam limitar a sua exposição nos dias em que estejam previstos níveis de poluição atmosférica elevados.

Tecnologia

- Tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais (ex. mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc.).

Governança

- Preparar os cuidados de saúde primários para o possível aumento de doenças respiratórias;
- Planeamento e implementação de corredores verdes com o objetivo de melhorar a qualidade do ar.

Socio economia

- Promover campanhas de sensibilização para prevenção de doenças respiratórias crónicas;
- Promover a sensibilização dos profissionais de saúde e dos meios de comunicação social para os potenciais impactos sobre a saúde;
- Promover ações de sensibilização da população sobre os efeitos nefastos de partículas inaláveis na saúde.

Figura 5 – Exemplo do boletim de previsão de transporte de partículas naturais em Portugal

http://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ar/Eventos/PREVISAO_EN_2014_10_26.pdf

3.2.2. Ozono troposférico

Apresenta-se de seguida um resumo dos impactes na saúde associados à exposição ao ozono troposférico:

- Concentração anual média de base octo-horária do O₃ (8 horas) para o Funchal de 42,13 ug/m³ (período 2006-2009), inferior aos valores de referência da OMS (100 ug/m³), não tem tido um impacte significativo na saúde — **vulnerabilidade atual neutra**;
- Com o aumento da temperatura e da urbanização é muito provável que os níveis de ozono no Funchal aumentem, assim como, os impactes respiratórios associados — **vulnerabilidade futura negativa (curto prazo), muito negativa (médio prazo — cenários A2 e B2) e crítica (longo prazo para ambos os cenários climáticos)**.

A Tabela 3 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – ozono troposférico mostra a matriz de vulnerabilidade dos impactes associados ao ozono troposférico.

Tabela 3 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – ozono troposférico

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Mortalidade/ morbilidade associada à exposição a O ₃	Temperatura	Estado geral da saúde	Neutro (0)	Média	-1	-2	-2	-3	-3	Média	
	Vento	Fonte(s) de poluição dos precursores de ozono									

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Capacidade adaptativa

Ver secção 3.2.1.

Lacunas de conhecimento

Ver secção 3.2.1.

Medidas de adaptação

Ver secção 3.2.1.

3.2.3. Pólenes

Apresenta-se de seguida um resumo dos impactes na saúde associados à exposição a pólenes:

- Cerca de 65% da concentração total de pólenes transportados pelo ar no Funchal são sensíveis ao clima. Foram identificados três tipos de pólenes sensíveis ao clima também conhecidos por terem um elevado potencial alérgico: *Urticaceae*, *Poaceae* e *Asteraceae*;
- Abril, maio, junho e julho são os meses com maiores níveis de pólenes (*Urticaceae* e *Poaceae*) correspondendo àqueles em que ocorrem mais alergias;
- Mais de 60% dos pacientes com rinite são sensíveis à maioria dos tipos de pólenes investigados — **vulnerabilidade atual negativa**;
- O impacte da concentração de pólenes no Funchal tende a diminuir no verão e aumentar na primavera, com um período de alergias sazonais relacionadas com o pólen a começar e a terminar mais cedo no ano — **vulnerabilidade negativa (curto prazo)**;
- O impacte tende a diminuir no verão e a aumentar nos meses mais frios. Cenário B2 (mais gravoso) — aumento do impacte da concentração de pólenes praticamente em todos os meses do ano, com exceção de junho e julho. É provável que o impacte na saúde se reflita num aumento das alergias relacionadas com pólenes mais cedo no ano e um ligeiro prolongamento do período sazonal de alergias — **vulnerabilidade muito negativa (médio prazo)**;
- Situação semelhante para ambos os cenários com o impacte a diminuir no verão e a aumentar nos meses mais frios — **vulnerabilidade muito negativa (longo prazo)**.

A Tabela 4 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – pólenes mostra a matriz de vulnerabilidade dos impactes associados aos pólenes.

Tabela 4 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes associados à qualidade do ar – pólenes

Impactes Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Morbilidade associada à exposição ao Pólen	Temperatura	Estado geral da saúde	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-2	-2	Média	
	Precipitação	Tipo de planta/pólen									
	Vento										

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Capacidade adaptativa

A Região Autónoma da Madeira está integrada na Rede Portuguesa de Aerobiologia. Este sistema é utilizado como uma forma de resposta aos impactes relacionados com a exposição a pólenes transmitidos pelo ar na saúde humana.

Impactes relacionados com pólenes transmitidos pelo ar

1) Rede Portuguesa de Aerobiologia:

A Rede Portuguesa de Aerobiologia (RPA) foi criada em 2002 e é promovida pela Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica (SPAIC). É constituída por nove estações ou centros de monitorização, sete das quais no continente, uma em Ponta Delgada (na ilha de São Miguel, Açores) e uma no Funchal (na ilha da Madeira). Estas estações de monitorização fazem uma recolha contínua dos pólenes existentes no ar atmosférico da região em que se encontram.

A RPA está integrada numa rede europeia, denominada *European Aeroallergen Network* (EAN), transferindo mensalmente do respetivo centro de coordenação uma parte dos dados polínicos das várias estações para o Banco de Dados de Pólen Europeu (*European Pollen Data Bank*) sediado na Universidade de Viena, Áustria (Caeiro et al., 2007).

Os objetivos da RPA são semelhantes aos das outras redes nacionais e internacionais, e incluem:

- Monitorizar, a nível nacional e de uma forma contínua, os níveis polínicos e de esporos fúngicos diários dos principais tipos morfológicos com relevância alergológica, e proceder à sua previsão;
- Criar uma base de dados com a informação aerobiológica nacional que sirva de suporte à investigação aerobiológica e alergológica;
- Divulgar, a nível local e nacional, a informação sobre os alergénios polínicos mais comuns, através dos órgãos de comunicação.

A informação polínica é divulgada pela Rede Portuguesa de Aerobiologia no sítio da internet da SPAIC (www.spaic.pt) ou em (<http://www.rpaerobiologia.com/?iml=PT&first=1>). Desde outubro de 2008 que a SPAIC divulga o Boletim Polínico para a ilha da Madeira com as previsões semanais relativamente aos tipos de pólenes predominantes na atmosfera e respetivos níveis de concentração polínica. Na primavera, quando as concentrações polínicas são mais elevadas, o Boletim Polínico é ainda difundido pelos meios de comunicação social (rádios, televisão e jornais). Esta informação é ainda disponibilizada em <http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/>.

Lacunas de conhecimento

Ver secção 3.2.1.

Medidas de adaptação

A informação sobre a presença de pólenes na atmosfera numa dada região constitui-se de extrema importância pelo facto do conhecimento das épocas em que ocorrem com mais frequência pólenes no ar ajudar à interpretação do aparecimento de sintomatologia alérgica e à adoção de medidas terapêuticas mais adequadas (Spieksma et al., 1990; D'Amato et al., 1992; Sánchez et al., 2002).

A previsão do início da estação em que são libertados para a atmosfera grãos de pólen permite que as pessoas alérgicas a um determinado tipo polínico sejam informados atempadamente de modo a ajustarem as suas atividades diárias, evitando os alergénios de maneira efetiva (Peternel et al., 2004). Desta forma, a realização de estudos aerobiológicos que forneçam dados para a elaboração de um calendário polínico para a região, que incluam a definição de padrões de sazonalidade, trará benefícios para os doentes com patologias alérgicas e/ou respiratórias.

A implementação de programas nacionais/regionais para alergias respiratórias é importante como medida de adaptação no sentido em que permite reduzir custos associados ao tratamento da doença e melhorar o diagnóstico e o tratamento dos pacientes. Estes programas devem envolver a participação das autoridades de saúde, dos profissionais de saúde, da sociedade científica e de outras entidades relevantes nesta área.

Existem poucas estatísticas nacionais disponíveis sobre o custo relacionado com alergias respiratórias, particularmente da rinite alérgica. Apesar da escassez de dados, existem evidências que quanto mais graves forem os sintomas da asma brônquica, maiores são os custos associados. A prevenção e o controlo adequado da doença podem reduzir consideravelmente os custos (Haahtela, 2006).

Um estudo de Bugalho de Almeida (2009), realizado entre 2000 e 2007, revela que em Portugal existem mais de 600 000 asmáticos e que o custo médio por doente tratado foi de 1 180,18 €. Com base no valor médio anual apresentado e no conhecimento dos custos totais das doenças respiratórias na Europa, o estudo estimou um custo anual da asma em Portugal de cerca de 117,5 milhões de euros.

Na Europa, Accordini (2012) concluiu que o custo médio total por paciente variou entre 509 €, para uma asma controlada e os 2 281 € para uma asma não controlada. De acordo com este estudo, a redução de custos pode ser conseguida através da gestão apropriada da doença nos pacientes adultos.

Apresentam-se seguidamente as medidas de adaptação que podem ser adotadas para minimizar os impactes resultantes dos pólenes transmitidos pelo ar na saúde humana:

Conhecimento

- Desenvolver mapas polínicos para as principais espécies identificadas na ilha da Madeira com elevado potencial alérgico, definindo um calendário polínico com padrões de sazonalidade;
- Desenvolver uma melhor compreensão sobre os alergénios presentes na atmosfera da ilha da Madeira e os seus efeitos na saúde.

Tecnologia

- Tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais (ex. televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc.).

Governança

- Preparar os cuidados de saúde primários para o possível aumento de doenças alérgicas e respiratórias;
- Desenvolver linhas orientadoras aquando de projetos de espaços verdes urbanos com impacto alérgico baixo;
- Implementar um programa nacional/regional para alergias respiratórias.

Socio economia

- Promover campanhas de sensibilização para prevenção de doenças pulmonares respiratórias;
- Promover a sensibilização dos profissionais de saúde e dos meios de comunicação social para os potenciais impactes sobre a saúde;
- Promover ações de sensibilização da população sobre os efeitos nefastos dos alergénios na saúde.

Natureza

- Aumento da biodiversidade de espécies introduzidas em zonas urbanas/florestais;
- Introdução/reintrodução de espécies com potencial alérgico reduzido.

3.3. Doenças transmitidas por vetores

Como tivemos oportunidade de assinalar noutra componente deste estudo, as doenças que oferecem uma maior preocupação numa perspetiva de saúde pública são as transmitidas pelas espécies de mosquitos — *Aedes aegypti* e *Culex pipiens* e pelas carraças — *Ixodes ricinus*. É expectável que no futuro a Madeira, esteja especialmente vulnerável a estes impactes devido ao seu clima ameno, à sua rica flora e fauna e à sua localização geográfica.

3.3.1. Doenças transmitidas por mosquitos

Os mosquitos são vetores responsáveis por algumas das maiores preocupações de saúde pública. Com base na informação das espécies avaliadas e identificadas em estudos de vigilância (REVIVE, 2014), esta avaliação focou-se nas doenças transmitidas pelos mosquitos *Culex pipiens* e *Aedes aegypti*, por serem as duas espécies de mosquitos atualmente presentes na Madeira que representam preocupações de saúde pública.

Ambas as espécies são conhecidas por serem sensíveis ao clima. Apesar da relação entre o clima e a densidade e sobrevivência do mosquito ser complexa, existem evidências significativas de que o clima pode ter impactes nos três eventos base para a transmissão da doença: a densidade do mosquito, a replicação do vírus e o contacto “mosquito - ser humano”.

Como a temperatura é o parâmetro climático chave com impacte nos três fatores chave referidos, avaliamos as condições de temperatura mais adequadas para a transmissão da Dengue e da Febre do Nilo Ocidental em cada concelho para todos os cenários climáticos.

Apresenta-se de seguida um resumo dos impactes na saúde de doenças transmitidas por mosquitos (Dengue e Febre do Nilo Ocidental) assumindo que o vírus está presente na ilha. Se o vírus de qualquer uma destas doenças não estiver presente na ilha, então o risco de transmissão da doença é insignificante.

Mosquito *Aedes aegypti* — responsável pela transmissão da Dengue

Cenário de referência (1970-1999):

- Ribeira Brava, Machico e Funchal — concelhos com potencial risco de transmissão da dengue mais elevado;
- Setembro, outubro e agosto — meses em que o risco de transmissão foi superior;
- Risco global de transmissão da dengue baixo (meses com menos de 25% dos dias adequados para transmissão da dengue, exceto Ribeira Brava) — **vulnerabilidade atual negativa.**

Cenário de curto prazo (2010-2039):

- O número de dias (num ano) adequados para a transmissão duplica quando comparados com o cenário de referência;
- Machico — concelho com o risco de transmissão mais elevado (mais notório em setembro com 60% dos dias favoráveis para transmissão);
- Ribeira Brava, Machico e Funchal — concelhos a reportar meses com mais de 25% dos dias dentro das temperaturas adequadas para transmissão da doença;

- Agosto, setembro, outubro e julho — meses com a maior percentagem de dias adequados para a transmissão;
- Risco global de transmissão da dengue baixo-médio — **vulnerabilidade curto prazo negativa.**

Cenário de médio prazo (2040-2069):

- Ambos os cenários climáticos (A2 e B2) mostram um aumento no risco de transmissão da dengue e consequente aumento do número de dias adequados para a transmissão da doença;
- Agosto, setembro, outubro, julho e novembro — meses com maior número de dias favoráveis à transmissão da doença;
- Machico, Ribeira Brava, Funchal e Ponta do Sol (no cenário A2) — concelhos a reportar mais de 25% dias/mês favoráveis à transmissão da doença;
- Machico, Ribeira Brava e Funchal (no cenário B2) — concelhos a reportar mais de 25% dias/mês favoráveis à transmissão da doença;
- Risco de transmissão da doença médio para ambos os cenários — **vulnerabilidade médio prazo muito negativa.**

Cenário de longo prazo (2070-2099):

- Aumento significativo no número de dias adequados para transmissão da dengue;
- Machico, Ribeira Brava, Funchal, Ponta do Sol e Santa Cruz — concelhos com meses com mais de 25% dos dias dentro do intervalo adequado de temperatura para a transmissão da doença;
- Machico — risco de transmissão da dengue pode vir a ser possível ao longo de todo o ano;
- Julho, agosto, setembro, outubro e novembro (cenário A2) — meses em que o risco de transmissão da doença é mais elevado;
- Agosto, setembro, julho e outubro (cenário B2) — meses em que o risco de transmissão da dengue é mais alto;
- Risco de transmissão da dengue médio para o cenário B2 e alto para o cenário A2 — **vulnerabilidade longo prazo muito negativa (cenário B2)/crítica (cenário A2).**

O mosquito *Aedes aegypti* é também conhecido por ser o vetor de doenças como a febre-amarela e a febre chikungunya. O risco de transmissão de uma das referidas doenças será idêntico ao risco de transmissão da dengue, caso a população local do mosquito fique infetada com um dos referidos vírus, uma vez que os vírus são transmitidos pelo mesmo vetor.

Mosquito *Culex pipiens* — responsável pela transmissão da Febre do Nilo Ocidental

Cenário de referência (1970-1999):

- Machico, Ribeira Brava, Funchal e Ponta do Sol — concelhos com potencial risco de transmissão da dengue mais elevado;
- Agosto e setembro — meses em que o risco de transmissão foi superior;
- Risco global de transmissão da Febre do Nilo Ocidental médio (meses com mais de 50% dos dias adequados para transmissão da doença) — **vulnerabilidade atual negativa.**

Cenário de curto prazo (2010-2039):

- Machico, Ribeira Brava, Funchal, Ponta do Sol, Santa Cruz e Calheta — concelhos com mais dias favoráveis para transmissão da doença;
- Agosto e setembro — meses com a maior percentagem de dias adequados para a transmissão;
- Risco global de transmissão da dengue médio — **vulnerabilidade curto prazo negativa.**

Cenário de médio prazo (2040-2069):

- Ambos os cenários climáticos (A2 e B2) mostram um claro aumento no número de dias favoráveis para transmissão da Febre do Nilo Ocidental;
- Machico, Ribeira Brava, Funchal, Ponta do Sol, Santa Cruz e Machico — concelhos com risco de transmissão da doença mais alto;
- Agosto, setembro, julho e outubro — meses com maior número de dias favoráveis à transmissão da doença;
- Risco de transmissão da doença médio-alto para ambos os cenários — **vulnerabilidade médio prazo muito negativa.**

Cenário de longo prazo (2070-2099):

- Aumento significativo no número de dias favoráveis para a transmissão do vírus do Oeste do Nilo;

- Machico, Ribeira Brava, Funchal, Ponta do Sol, Santa Cruz, Machico e Porto Moniz — concluiam com a maioria dos dias favoráveis para a transmissão da doença (mais notório no cenário A2);
- Meses de junho a novembro — meses com mais dias favoráveis para transmissão da doença;
- Risco de transmissão da Febre do Oeste do Nilo alto — **vulnerabilidade longo prazo muito negativa (cenário B2)/crítica (cenário A2).**

Culex pipiens é um mosquito comum em Portugal, estando abundantemente distribuído por todas as regiões incluído na RAM (REVIVE, 2014). É uma espécie considerada primariamente ornitofílica, embora esteja demonstrado que se alimente de outros vertebrados de sangue quente, incluindo humanos. Pica mais frequentemente durante a noite, ao contrário do *Aedes aegypti* que pica durante o dia.

Tabela 5 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por mosquitos

Impactos Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura	
					Curto (2020-2039)		Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2		
Transmissão da dengue e Febre do Nilo Ocidental (sem o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito	Neutro (0)	Alta	0	0	0	0	0	Alta	
	Humidade	Replicação viral									
	Precipitação	Contacto: mosquito-humano									
Transmissão da dengue (com o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-3	-2	Alta	
	Humidade	Replicação viral									
	Precipitação	Contacto: mosquito-humano									
Transmissão Febre do Nilo Ocidental (com o vírus presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência do mosquito, Replicação viral	Negativo (-1)	Alta	-1	-2	-2	-3	-2	Alta	
	Humidade										
	Precipitação										

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Atualmente, os estudos disponíveis revelam, que o mosquito *Culex pipiens* **não está infetado com o vírus do Oeste do Nilo e, conseqüentemente, o risco atual desta doença na RAM é insignificante.**

A Tabela 5 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por mosquitos apresenta a matriz de vulnerabilidade associada às doenças transmitidas por mosquitos destacando a Febre da Dengue e a Febre do Nilo Ocidental, assumindo a presença/ausência do vírus na ilha.

Capacidade adaptativa

A capacidade adaptativa atual foi testada no decurso do surto de Febre de Dengue (2012-2013) e avaliada pelo European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Assinale-se que a resposta dada foi inequivocamente adequada à situação, a qual era também expectável face ao conhecimento da existência e distribuição do vetor. Foi possível constatar e ver corroboradas pelo ECDC os pontos fortes desta capacidade adaptativa quer ao nível da vigilância epidemiológica, da organização e resposta dos serviços de saúde, da resposta da componente laboratorial e da vigilância dos produtos de sangue, assim como na vigilância das atividades de controlo do vetor. Uma análise detalhada a esta medida de resposta será discutida no decorrer desta secção.

O recente surto de Febre de Dengue (2012-2013) verificado na ilha da Madeira veio ilustrar a importância das medidas existentes e da existência de estratégias de (bio)preparação (“preparedness”), permitindo analisar os três níveis de adaptação considerados.

Anteriormente ao surto podemos afirmar que a atividade de vigilância epidemiológica e a prestação de cuidados de saúde seguiam na RAM o padrão nacional habitual.

Após o registo da presença do mosquito na ilha da Madeira em 2005 foi implementado um programa de controlo constituído por ações de sensibilização junto da população para redução dos criadouros, recorrendo-se nomeadamente aos meios de comunicação e à aplicação de inseticidas. Toda a informação sobre medidas adotadas encontra-se disponibilizada no sítio da internet da Secretaria Regional dos Assuntos Sociais do Instituto de Administração da Saúde e Assuntos Sociais, IP RAM em <http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/mosquitos/>.

Desde então foram desenvolvidas as atividades descritas de seguida como uma forma de resposta existente no que respeita aos impactes na saúde humana relacionados com as doenças transmitidas por mosquitos.

Utilização de Inseticidas e repelentes

Elaboração de documentos para controlo químico do mosquito *Aedes aegypti* com base em recomendações da Organização Mundial de Saúde e nas orientações técnicas da Direção-Geral da Saúde.

- Utilização de pesticidas de uso doméstico (11-10-2012)

- Controlo químico do *Aedes aegypti* (18-10-2012)
- Inseticidas de uso doméstico (22-11-2012)

Educação para a saúde (cartazes, folhetos, artigos, *pop ups*, TV e rádio)

Elaboração de cartazes e folhetos:

- Flyer “Saiba distinguir sintomas de uma gripe sazonal e da dengue”;
- Desdobrável “Eliminar o mosquito *Aedes aegypti* e controlar a dengue depende de todos”;
- Cartaz Dengue;
- Cartaz “Eliminar o mosquito *Aedes aegypti* e controlar a dengue depende de todos”;
- Cartaz *Aedes aegypti*;
- Desdobrável *Aedes aegypti*.

Participação em programas de rádio, televisão e passagem de *spots* televisivos.

Elaboração de artigos sobre o mosquito *Aedes aegypti*, sinais e sintomas da dengue e prevenção de doenças transmitidas por mosquitos.

Coleção de *pop ups* “Como evitar a criação do mosquito *Aedes aegypti*”.

Recomendações para Viajantes

Elaboração de recomendações a viajantes em 6 línguas (português, inglês, francês, italiano, espanhol e alemão) referentes a “Recomendação a viajantes: durante a estadia e até 21 dias após ter regressado a casa” e “Recomendações a viajantes: no regresso a casa preste atenção”.

Informação intersectorial (turismo, construção civil, educação, segurança e saúde no trabalho)

Elaboração de informação sobre a dengue e recomendações para áreas de atividade distintas: turismo, construção civil, educação e segurança e saúde no trabalho.

Informação para profissionais de saúde

Divulgação da Orientação da DGS sobre gestão clínica de casos da dengue e das orientações da Organização Mundial de Saúde sobre diagnóstico laboratorial e testes de diagnóstico.

Declare!

Criação da plataforma de participação da população quando é detetada a presença dos mosquitos. Acessível a partir do link <http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/naomosquito/>. Esta plataforma permite:

- A introdução de dados pela população referindo a localização do avistamento dos mosquitos;
- Visualizar no mapa a atividade dos mosquitos declarados (leve, moderada, intensa);
- Visualizar no mapa as armadilhas e a presença/ausência de mosquitos (sem dados, ausência de mosquitos, presença de mosquitos);
- Visualizar no mapa as escolas aderentes/não aderentes ao projeto.

Projeto “Dengue no Arquipélago da Madeira. Avaliação do risco de emergência de arboviroses transmitidas por *Aedes aegypti* e ferramentas para o controlo vetorial”

Projeto financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT/MCTES) com referência PTDC/SAL-EPI/115853/2009, em parceria com o Instituto de Higiene e Medicina Tropical de Lisboa (IHMT).

Nos meses de setembro e outubro de 2011:

- Colocadas 275 *ovitraps* durante duas semanas com o objetivo de avaliar a distribuição e abundância de *Aedes aegypti* nas ilhas da Madeira e Porto Santo.

A decorrer desde Fevereiro de 2012:

- Colheitas de mosquitos adultos com armadilhas BG-Sentinel: consiste na captura de mosquitos adultos utilizando as 15 armadilhas BG-Sentinel com iscos BG que foram distribuídas, 13 no concelho do Funchal e 2 na freguesia de Câmara de Lobos. As colheitas de mosquitos adultos são efetuadas quinzenalmente e as armadilhas funcionam durante dois dias seguidos;
- Recolha da fita da *ovitrap*: consiste na colheita de ovos de mosquito com uma *ovitrap* ou armadilha de oviposição. A armadilha consta de um recipiente de plástico (balde) contendo água e uma régua de plástico de 30 centímetros presa na borda do balde por um clip. A face da régua voltada para a parte interna do balde é revestida com uma fita de veludo vermelho. Os mosquitos depositam os seus ovos diretamente na superfície da água e na superfície rugosa da fita de veludo. As 15 *ovitraps* foram colocadas nos mesmos locais das armadilhas BG. Semanalmente são recolhidas as fitas com ou sem ovos e as larvas que estão nas *ovitraps*;
- Colheitas sobre isco humano: consiste na captura de mosquitos adultos sobre isco humano quer no exterior ou no interior, em dois locais de colheita selecionados: Pousada da Juventude e APEL. Esta atividade tem uma periodicidade quinzenal, e é realizada durante dois dias seguidos, ao entardecer, três horas por dia. O horário da colheita muda ao longo do ano de acordo com a hora do pôr-do-sol;

- Colheita *Indoor Resting* (IR): consiste em capturar fêmeas com sangue em repouso, quinzenalmente, no segundo dia de colheitas das BG e no final do segundo dia das colheitas sobre isco humano, em quatro locais.

NOTA: Todo o material biológico recolhido (fitas das *ovitraps* colocadas em sacos de plástico, tubos com larvas conservadas em álcool, recipientes com adultos congelados) está a ser enviado para o IHMT, de acordo com as disponibilidades.

Monitorização do Mosquito *Aedes aegypti* consiste em controlar quinzenalmente a presença de ovos, num conjunto de *ovitraps* estrategicamente colocadas, em diversos locais, como terminais marítimos e aéreos e outros espaços públicos.

Presentemente estão distribuídas 14 *ovitraps*: 1 no concelho do Funchal (Gare Marítima), 3 no concelho de Santa Cruz (Aeroporto, Centro Saúde Santa Cruz, Centro Saúde Caniço), 3 no concelho de Machico (Porto do Caniçal, Centro Saúde Machico, Parque Desportivo Água de Pena), 3 no Concelho da Ribeira Brava (Cemitério da Tabua, Bar do Bujiga, Escola Básica do Campanário), 2 no concelho de Ponta do Sol (Habitação do Sr. Manuel Pita no Lugar de Baixo, Lagoa do Lugar de Baixo), 2 no concelho de Porto Moniz (Bar Batista e Bar Negrinho, ambos na freguesia da Ribeira da Janela).

Controlo e Prevenção do vetor *Aedes aegypti* — desde 4 de setembro de 2012 que técnicos de saúde ambiental encontram-se a atuar junto dos domicílios, informando os seus moradores sobre o agente transmissor e medidas de prevenção apoiando a informação com a distribuição de um folheto informativo e um inquérito entomológico.

As áreas abrangidas nesta ação são: concelho do Funchal (freguesias de S. Pedro, Santa Luzia, Sé, Santa Maria Maior), concelho de Santa Cruz (freguesias de Caniço e Santa Cruz), freguesias de Câmara de Lobos e concelho de Ponta do Sol.

Programa Nacional de Vigilância de Vetores Culicídeos

REVIVE – Programa Nacional de Vigilância de Vetores Culicídeos

A criação do REVIVE deveu-se à necessidade de melhorar o conhecimento sobre as espécies de vetores presentes no país, a sua distribuição e densidade, esclarecer o seu papel como vetores de agentes de doenças e detetar atempadamente a introdução de espécies invasoras com importância em saúde pública.

O REVIVE foi criado em 2007, tendo como objetivos para o período entre 2008 e 2010:

- A criação de formas de campanhas de educação, informação à população e comunidade médica;
- A criação de condições para que as colheitas periódicas ou esporádicas, de vetores culicídeos sejam realizadas pelas respetivas Administrações Regionais de Saúde;

- A vigilância da atividade dos mosquitos vetores, da caracterização das espécies e da ocorrência sazonal em locais selecionados, assim como a deteção atempada de introdução de mosquitos exóticos, nomeadamente o *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*;
- A emissão de alertas para adequação das medidas de controlo, em função da densidade de vetores identificada.

O Programa inclui uma parceria entre a Direção-Geral da Saúde, as Administrações Regionais de Saúde, o Instituto da Administração da Saúde e Assuntos Sociais, IP-RAM e o Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infecciosas Doutor Francisco Cambournac do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.

Apesar do REVIVE ser um programa nacional, a RAM apenas foi integrada no programa em 2009-10. Não obstante, a RAM não participa, atualmente, no programa de vigilância de ixodídeos (“carraças”) assunto ao qual voltaremos mais à frente.

Análise do surto de dengue (2012/2013) e das medidas de adaptação atuais

a pedido da Direção-Geral da Saúde, o ECDC (2013) realizou uma análise SWOT para os vários sectores críticos do processo de controlo integrado do surto, na qual foram analisadas, em detalhe, os domínios que a seguir se indicam e que irão ser analisados subsequentemente:

- Vigilância epidemiológica;
- Serviços de saúde e sua organização;
- Serviços laboratoriais e derivados do sangue;
- Vigilância de vetores;
- Atividades de controlo dos vetores.

Através desta análise é possível identificar não só os pontos fortes e oportunidades, mas também os pontos fracos e ameaças os quais irão ser considerados nas medidas de adaptação para os diversos cenários considerados.

Da análise efetuada pelo ECDC, a qual é particularmente relevante para a análise do cenário de referência, destacamos os seguintes aspetos:

a) Vigilância epidemiológica

Pontos fortes

- Cooperação entre as diversas autoridades de saúde regionais (IASAÚDE), nacionais (DGS, INSA) e Europeias (ECDC) no rápido desenvolvimento de um sistema de vigilância automático baseado nos dados do serviço de saúde da RAM.

- Desenvolvimento de uma definição epidemiológica de caso e preparação de um questionário “online”; ajustamento do sistema de vigilância local de modo a ser produzido duas vezes por semana um sumário da situação epidemiológica e UM boletim epidemiológico informando da evolução do surto.
- O sistema muito beneficia do facto de os cuidados de saúde prestados à vasta maioria dos cidadãos da RAM ser efetuado pelos serviços de saúde públicos.
- As autoridades locais necessitam desta informação para preparar o referido boletim e desenvolver as ações de campo. Assim as características do doente e a atualização constante da curva epidemiológica, associadas à geo-localização (endereço do doente) e possível local de exposição são informações essenciais que permitem aos técnicos no terreno desenvolver medidas de controlo dos vetores na proximidade do possível local de exposição.
- Os esforços desenvolvidos durante o surto visaram desenvolver a capacidade local e reforçar o empenho das autoridades locais ao mesmo tempo que promovem a partilha de competências e recursos de outros sectores administrativos nomeadamente no domínio dos sistemas de informação geográfica.
- Este aumento da capacidade constitui, certamente, um crédito relevante para a RAM e para o País na eventualidade de vir a ocorrer outro surto de doença associada a vetores.

Oportunidades

- Deste documento assinalamos -se a importância da cooperação com peritos externos, da aquisição de conhecimento integrado sobre o surto e o desenvolvimento de planos de contingência e a experiência obtida que poderá vir a ser útil a outros estados membros e em programas de formação.

Pontos fracos

- Nesta análise salienta-se a necessidade de os resultados laboratoriais serem integrados no sistema de informação, a ausência de capacidade para desenvolver competências para a análise epidemiológica assim como a necessidade de melhorar o circuito de informação com o sector privado através de recordatórios, folhas informativas.

Ameaças

- A ameaça identificada diz respeito à comunicação sugerindo-se a utilidade de promover, com regularidade, exercícios de simulação envolvendo diversos sectores para testar aquela capacidade.

b) Serviços de saúde e sua organização

Pontos fortes

- O elevado uso do sector público da saúde e sua boa organização.

- A experiência existente com desastres naturais.
- A inclusão do dengue no plano de contingência dos serviços de emergência do hospitalar.
- A abordagem multisectorial e o apoio dos municípios.

Oportunidades

- O apoio externo e o apoio interno à revisão do programa de contingência.
- A experiência recolhida.

Pontos fracos

- Nesta análise salienta-se a ausência de um cenário para um surto.
- Os limitados recursos técnicos.
- A necessidade de os resultados laboratoriais serem integrados no sistema de informação.
- O local de trabalho não estar incluído no sistema de registo.
- A ausência de exercícios de simulação.

Ameaças

- A reemergência do vírus.
- A reintrodução do vírus.
- Imunidade parcial da população para o DENV-1 e a possibilidade de ocorrência de um surto por outro serotipo.

c) Serviços de saúde e sua organização

Pontos fortes

- O elevado uso do sector público da saúde e sua boa organização.
- A experiência existente com desastres naturais.
- A inclusão do dengue no plano de contingência dos serviços de emergência do hospitalar.
- A abordagem multisectorial e o apoio dos municípios.

Oportunidades

- O apoio externo e o apoio interno à revisão do programa de contingência.

- A experiência recolhida.

Pontos fracos

- Nesta análise salienta-se a ausência de um cenário para um surto.
- Os limitados recursos técnicos.
- A necessidade de os resultados laboratoriais serem integrados no sistema de informação.
- O local de trabalho não estar incluído no sistema de registo.
- A ausência de exercícios de simulação.

Ameaças

- A reemergência do vírus.
- A reintrodução do vírus.
- Imunidade parcial da população para o DENV-1 e a possibilidade de ocorrência de um surto por outro serotipo.

d) Laboratório e derivados do sangue

Pontos fortes

- Elevada capacidade de adaptação.
- Rápida resposta a emergências.
- Infraestrutura local *ad hoc*.

Oportunidades

- Colaboração com o INSA e o ECDC.
- Possibilidade de análise retrospectiva dos resultados laboratoriais.
- Desenvolvimento de um estudo de imunidade em colaboração com parceiros externos.

Pontos fracos

- Necessidade de desenvolvimento de um programa de avaliação externa da qualidade.
- A necessidade de desenvolvimento de um protocolo laboratorial de interpretação dos resultados.
- Planeamento de “stocks”.

- Identificação dos serotipos e desenvolvimento de um programa com o INSA.
- Desenvolvimento de um protocolo para um biobanco e armazenamento de amostras.

Ameaças

- Custos adicionais associados a atividades de rastreio (segurança dos derivados do sangue).

e) Vigilância de vetores

Pontos fortes

- O programa de vigilância iniciou-se antes do surto.
- Desde 2009 que são colocadas armadilhas permitindo análise de tendências.
- Possibilidade de serem definidas novas localizações.
- Informação segura.
- Envolvimento ativo da população e autoridades.
- Boa colaboração intersectorial ao nível operacional.
- Alguma competência local disponível.

Oportunidades

- Colaboração com a DGS e peritos.
- Para a RAM - Recrutamento de coordenador com experiência na vigilância da dengue.
- Para a Europa – oportunidade de beneficiar da situação na RAM no âmbito da vigilância de espécies invasivas de mosquitos.
- Para o ECDC – Desenvolvimento de diretrizes para a vigilância de vetores invasivos.

Pontos fracos

- Recursos humanos reduzidos.
- Ausência de financiamento específico.
- Vigilância de vetores não é identificada como uma tarefa específica.
- Inexistência de coordenação entre a vigilância de vetores e a competência local.
- Estrutura da população de vetores (possibilidade de ocorrerem múltiplas introduções do vetor).

Ameaças

- Falta de sustentabilidade (emergência de outras prioridades ou perda de interesse no futuro).
- Número reduzido de queixas da população.
- Risco de importação de novas estirpes de *Ae. Aegypti*.
- Risco de exportação de *Ae. Aegypti* para a Europa.

f) Atividades de controlo dos vetores**Pontos fortes**

- Agentes privados experientes.
- Forte envolvimento.
- Alguma experiência específica local.

Oportunidades

- Apoio operacional e científico (DGS, peritos, etc.).
- Para a RAM - Recrutamento de coordenador com experiência no controlo da dengue.
- Para a Europa – oportunidade de beneficiar da situação na RAM no âmbito do controlo de espécies invasivas de mosquitos.
- Realizar na Madeira um “workshop” com peritos no controlo de mosquitos.

Pontos fracos

- Inexistência de equipamento de serviço público para o controlo de vetores.
- O sector da Saúde Pública não tinha experiência prévia no controlo de vetores durante surtos.
- Inexistência de uma unidade de controlo de mosquitos.
- Inexistência de coordenação das atividades de controlo de vetores.
- Inexistência de informação atualizada sobre a resistência dos mosquitos aos inseticidas.
- Inexistência de organismos dedicados à avaliação das atividades de controlo de vetores (avaliação externa).

Ameaças

- Ausência de vontade política e recursos humanos e económicos insuficientes.
- Falta de sustentabilidade (emergência de outras prioridades/perda de interesse no futuro).
- Ocorrência de outras doenças transmitidas pelo *Ae. Aegypti*.
- Complexidade do processo legal para a contratação pública com companhias privadas.
- Ausência de orientação legal das autoridades relativamente ao acesso a habitações abandonadas no âmbito de uma emergência de saúde pública.

Lacunas de conhecimento

A informação disponível relativa às doenças transmitidas por vetores encontra-se compilada nos documentos da Direção-Geral da Saúde (DGS) referentes às doenças de declaração obrigatória (DDOs).

Esta informação sugere que, como ocorre no restante país, o grau de notificação tem sido manifestamente reduzido pelo que a presente informação deverá ser analisada com a devida prudência.

Com a entrada em vigor do sistema SINAVE (<http://www.dgs.pt/paginas-de-sistema/saude-de-a-a-z/sinave.aspx?v=b5ef3dfe-6f5f-4ce3-8e86-fabad33830bf>) e a atualização da lista das DDOs prevê-se que tais limitações possam vir a ser significativamente minimizadas. Esta lista inclui as doenças em apreço neste relatório, designadamente — Doença de Lyme, Febre da Dengue, Febre do Nilo Ocidental e outras igualmente relevantes como é o caso da Febre Escaro-Nodular, a Leishmaniose visceral e a Leptospirose.

Mosquito *Aedes aegypti*

As principais lacunas de conhecimento no que respeita a este mosquito e docências associadas são:

- Quais os fatores associados à possibilidade de (re)emergência dos vírus ou sua eventual (re) introdução;
- O conhecimento limitado sobre a imunidade da população para o DENV-1 e a possibilidade de ocorrência de um surto por outro serotipo;
- Possibilidade de ocorrência de outras doenças transmitidas pelo *Ae. Aegypti*;
- Inexistência de informação atualizada sobre a resistência dos mosquitos aos diversos inseticidas;
- Limitada compreensão da interação temperatura, humidade e precipitação e o desenvolvimento, sobrevivência do mosquito, replicação viral e contacto “mosquito-ser humano”.

Falta de estudo e/ dados

- Inexistência de informação atualizada sobre a resistência dos mosquitos aos inseticidas;
- Necessidade de desenvolver estudos que levem à produção de vacinas efetivas;
- Melhoria do sistema de informação e registo, com inclusão do local de trabalho e integração dos resultados laboratoriais.

Mosquito *Culex pipiens*

As principais lacunas de conhecimento no que respeita à Febre do Nilo Ocidental são:

- Desconhece-se qual a probabilidade de a população de *Culex pipiens* vir a ficar infetada;
- Os reservatórios do vírus do Oeste do Nilo na natureza incluem vários tipos de aves, que não sucumbem ao vírus, mantendo-o em circulação o tempo suficiente para que os mosquitos se infetem ao picá-las e depois os possam transmitir ao homem e ao cavalo que pode, igualmente, ser fatalmente afetado. Existe a necessidade de partilhar com os profissionais de saúde pública de informação relacionada com a infeção destes animais reservatórios;
- A transmissão viral é substancialmente mais complexa quando comparada com o vírus do dengue, tornando as medidas de controlo mais difíceis o que constitui uma lacuna significativa no conhecimento.

Medidas de adaptação

Apresentam-se seguidamente as medidas de adaptação que podem ser adotadas para minimizar os impactos das doenças transmitidas por mosquitos na saúde humana:

Conhecimento

- Avaliar se a densidade do mosquito e os modelos do risco de transmissão da doença desenvolvidos em outras regiões são aplicáveis ao ambiente e condições sociais da RAM. Se estes modelos provarem ser bons preditores para a RAM então podem ser usados como parte de um sistema de aviso e alerta para prever períodos de possíveis epidemias destas doenças;
- Promover a melhoria da capacidade do setor da Saúde Pública no controlo de surtos e vetores;
- Promover o estudo da estrutura da população de vetores (possibilidade de ocorrerem múltiplas introduções do vetor ou sua (re)emergência);
- Desenvolver os mecanismos de reconhecimento precoce da possibilidade de ocorrência de outras doenças transmitidas pelo *Ae. Aegypti*;

- Desenvolver os mecanismos de reconhecimento precoce do risco de importação de novas estirpes de *Ae. Aegypti* e do risco de exportação para a Europa;
- Promover o conhecimento da imunidade da população para o DENV-1;
- Estudar a estrutura da população de vetores face à possibilidade de ocorrerem múltiplas introduções do mesmo vetor;
- Inexistência de informação atualizada sobre a resistência dos mosquitos aos inseticidas;
- Promover programas educacionais contínuos para assegurar que os profissionais de saúde pública na RAM são bem informados sobre a identificação e tratamento das doenças transmitidas por mosquitos. A parte importante da notificação destas doenças deve também ser abordada com estes programas.

Tecnologia

- Promover a melhoria dos recursos técnicos;
- Promover a integração dos resultados laboratoriais no sistema de informação;
- Desenvolver um protocolo laboratorial de interpretação dos resultados;
- Desenvolver competências em epidemiologia;
- Desenvolver e integrar um programa de avaliação externa da qualidade;
- Promover a identificação dos serotipos e desenvolver programa com o INSA;
- Desenvolver protocolo para um biobanco e armazenamento de amostras;
- Vacinação como método de prevenção de doenças transmitidas por mosquitos;
- Tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais (ex. televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc.).

Governança

- Colmatar as carências em recursos humanos identificadas;
- Estabelecer financiamento específico;
- Tornar a vigilância de vetores uma tarefa específica;
- Promover a coordenação entre a vigilância de vetores e a competência local;

- Criar uma unidade de controlo de mosquitos;
- Desenvolver um sistema adequado de coordenação das atividades de controlo de vetores;
- Criar cenários para um eventual surto;
- Melhorar o circuito de informação com o sector privado através de recordatórios, folhas informativas;
- Melhorar o planeamento de “stocks” para emergências de saúde pública.
- Melhorar os atuais níveis de comunicação sugerindo-se a utilidade de promover, com regularidade, exercícios de simulação envolvendo diversos sectores para testar esta capacidade;
- Promover a avaliação externa dos programas e organismos dedicados à avaliação das atividades de controlo de vetores;
- Estimular a vontade política e alocar recursos humanos e económicos adequados;
- Simplificar o processo legal vigente referente à contratação pública de companhias privadas;
- Estabelecer orientação legal que possibilite o acesso a habitações abandonadas no âmbito de uma emergência de saúde pública;
- Preparar os cuidados de saúde primários para o possível aumento de doenças infecciosas transmitidas por mosquitos;
- Controlos de saúde mais severos na entrada no país de viajantes vindos de regiões onde as doenças são endémicas;
- Controlo e desinfestação de produtos importados para a Ilha.

Socioeconomia

- Colmatar as carências em recursos humanos identificadas;
- Criar equipamentos de serviço público para o controlo de vetores;
- Definir e atribuir financiamento específico;
- Promover a sustentabilidade dos programas face à emergência de outras prioridades ou à perda de interesse no futuro;

- Disponibilizar recursos adicionais para atividades de rastreio (segurança dos derivados do sangue);
- Sensibilização contínua (não apenas sazonal) da população e turistas sobre doenças transmitidas por vetores;
- Direcionar esforços para sensibilizar as populações mais vulneráveis;
- Promover a sensibilização dos profissionais de saúde e dos meios de comunicação social para os potenciais impactes sobre a saúde;
- Promover ações de sensibilização da população sobre os mosquitos vetores e os impactes das doenças por eles transmitidas na saúde.

Natureza

- Utilização de espécies predadoras para controlar a população de vetores;
- Utilização de repelentes naturais (tendo em conta a legislação atual de uso de produtos biocidas);
- Proceder à limpeza de locais de reprodução de mosquitos.

3.3.2. Doenças transmitidas por carraças

A dinâmica de transmissão dos agentes implicados em doenças transmitidas por carraças caracterize-se por um sistema complexo que requer a presença do organismo patogénico, de um vetor competente e o seu contacto com o Homem, bem como de hospedeiros reservatórios (gado, aves, cão, gato).

Na Madeira é sabido desde há mais de 15 anos que a carraça *Ixodes ricinus* se encontram infetadas com o agente infeccioso *Borrelia sp.* (Matuschka et al., 1998). Investigações mais recentes identificaram que *Ixodes ricinus* na Madeira está atualmente infetada com *Borrelia lusitaniae*, várias estirpes de *Rickettsia sp.* e *Anaplasma phagocytophilum*. Também não foi incomum encontrar a mesma carraça infetada com mais do que um destes agentes infecciosos (Lopes de Carvalho et al., 2008). Estes três agentes infecciosos são uma preocupação de saúde pública. Por outro lado, esta mesma carraça encontra-se envolvida na transmissão dos três agentes mencionados pelo que é razoável assumir que o risco de transmissão de todas estas doenças é similar.

O impacto das alterações climáticas na transmissão da doença de Lyme (agente infeccioso *Borrelia sp.*) foi avaliado neste estudo considerando os limiares de temperatura e humidade relativa que favorecem as maiores densidades de ninfas (percentagem de dias por mês). A densidade é usada como indicador da transmissão potencial da doença de Lyme.

Apresenta-se de seguida um resumo dos impactes na saúde das doenças transmitidas por carraças (doença de Lyme) assumindo que o vírus está presente na ilha:

Carraça *Ixodes ricinus* — responsável pela transmissão da doença de Lyme

Cenário de referência (1970-1999):

- Funchal, Ribeira Brava, Ponta do Sol e Calheta — concelhos que tiveram condições climáticas mais favoráveis para a transmissão da doença de Lyme;
- Meses de fevereiro a junho — meses em que as densidades de ninfas foram superiores (e consequentemente o risco de transmissão da doença);
- Risco global de transmissão da doença médio — **vulnerabilidade atual muito negativa.**

Cenários de curto, médio e longo prazo:

- Redução das condições climáticas adequadas para transmissão da doença durante os meses mais quentes;
- Aumento favorável para transmissão da doença nos meses mais frios;
- Tendências dos dois pontos anteriores são verificadas para todos os concelhos;
- Risco global de transmissão da doença de Lyme médio — **vulnerabilidade curto, médio e longo prazo muito negativa.**

A Tabela 6 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por carraças apresenta a matriz de vulnerabilidade associada às doenças transmitidas por carraças, das quais a "*Ixodes ricinus*" está atualmente infetada com vários agentes patogénicos incluindo as bactérias dos géneros *Rickettsia* (responsável pela Febre Escaro-Nodular) e *Borrelia* (responsável pela doença de Lyme ou Borreliose de Lyme).

Tabela 6 – Matriz de Vulnerabilidade: Impactes das doenças transmitidas por carraças

Impactos Identificados	Exposição	Sensibilidade	Vulnerabilidade Atual	Confiança Vulnerabilidade Atual	Vulnerabilidade Futura					Confiança Vulnerabilidade Futura
					Curto (2020-2039)	Médio (2040-2069)		Longo (2070-2099)		
					A2	A2	B2	A2	B2	
Transmissão da doença de Lyme (sem o agente patogénico presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência da carraça	Neutro (0)	Alta	0	0	0	0	0	Alta
	Humidade	Presença de hospedeiros								
	Precipitação	Contacto: carraça-humano								
Transmissão da doença de Lyme (com o agente patogénico presente)	Temperatura	Desenvolvimento & sobrevivência da carraça	Muito Negativo (-2)	Alta	-2	-2	-2	-2	-2	Alta
	Humidade	Presença de hospedeiros								
	Precipitação	Contacto: carraça-humano								

Escala de vulnerabilidade: 1 = positivo; 0 = neutro; -1 = negativo; -2 = muito negativo; -3 = crítico

Capacidade adaptativa

No que respeita a Doença de Lyme, de acordo com Lindgren e Jaeson (2006), os fatores ambientais e climáticos que influenciam o risco de doença agrupam-se em três categorias:

- Fatores que influenciam a abundância do vetor e dos reservatórios animais
- Fatores que influenciam o contacto vetor — “ser humano”
- Fatores que afetam a capacidade de adaptação da sociedade à mudança

Não obstante, os autores assinalam que as atuais medidas de adaptação são o diagnóstico precoce correto e na utilização adequada de terapêutica antibiótica. Atualmente, questiona-se a utilidade de uma vacina custo-efetiva em zonas de baixa incidência uma vez que a doença é em regra curável. A RAM é uma zona de muito baixo incidência a julgar pelos dados oficiais disponíveis.

Considerando que atualmente, as carraças são os vetores que constituem um maior risco para a Saúde Pública, em Portugal e na Europa, foram desenvolvidos alguns programas para o estudo de ixodídeos (carraças). O projeto *ClimaTick* e o programa REVIVE são exemplos de formas de resposta existente no que respeita aos impactes na saúde humana relacionados com as doenças transmitidas por carraças.

Projeto “ClimaTick - Parâmetros ambientais na alteração da dinâmica dos sistemas europeus das doenças associadas a ixodídeos”

Projeto desenvolvido pelo Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infecciosas, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (CEVDI/INSARJ), foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), tendo-se iniciado no decurso do ano de 2008 e com término em 2010.

O principal objetivo deste estudo foi o de melhorar o conhecimento sobre a epidemiologia das doenças transmitidas por carraças em Portugal através da combinação de dados climáticos com dados da ecologia do vetor. Com as informações coletadas foi possível criar um modelo preditivo para ocorrência destas doenças em Portugal, incluído a RAM.

Programa Nacional de Vigilância de Vetores Culicídeos e Ixodídeos

REVIVE – Programa Nacional de Vigilância de Vetores Culicídeos e Ixodídeos

Desde 2011, que a vigilância de vetores foi alargada ao estudo de outros artrópodes hematófagos — carraças — sendo pesquisados os agentes patogénicos transmitidos por estes vetores, nomeadamente rickettsias (agentes da Febre Escaro-Nodular e linfangite) e borrélias (agentes da doença de Lyme ou borreliose). Contudo, a RAM não está incluída neste programa de monitorização de carraças.

Lacunas de conhecimento

As principais lacunas de conhecimento no que respeita à doença de Lyme são:

- Dado que as carraças infetadas são comuns na RAM, é urgente perceber qual a causa de não existirem casos clínicos reportados (DDO) da doença de Lyme na RAM;
- Quais os fatores que influenciam o contacto vetor — “ser humano” no contexto da RAM, com identificação das áreas de risco, atividades de recreio, usos de recursos naturais e a aplicação das medidas preventivas (autoproteção) recomendadas;
- Quais os fatores que afetam a capacidade de adaptação da sociedade à mudança, incluindo a capacidade de vigilância e monitorização;
- Qual a capacidade das comunidades e serviços de saúde atuarem em situações de surto;
- Quais as estratégias de controlo dos vetores e respetivos resultados.

Falta de estudo e/ dados

- Melhoria do sistema de informação e registo das doenças transmitidas por ixodídeos com inclusão do local de trabalho e integração dos resultados laboratoriais;
- Participação ativa no programa REVIVE ixodídeos e integração da informação na referida rede;

- Formação integrada dos técnicos de saúde e de ambiente neste domínio.

Medidas de adaptação

Para minimizar o risco das doenças transmitidas por carraças a medida mais eficaz consiste na prevenção da picada através de utilização de métodos físicos, químicos e biológicos que vão intervir na redução da densidade de carraças.

Ixodes ricinus são sensíveis a ambientes com humidade sendo que em locais secos raramente são um problema. Uma gestão adequada dos locais húmidos da região é uma boa opção de controlo das carraças. Usar técnicas paisagísticas para criar zonas livres de carraças em torno de escolas, em jardins públicos, em caminhos e rotas de lazer com a eliminação de grandes quantidades de herbáceas ou a colocação de madeiras ou cascalho como separação de espaços arbóreos de áreas de lazer.

O controlo químico com a aplicação de acaricidas no ambiente ou nos animais domésticos é o método mais utilizado mas que acarreta custos, riscos para a saúde e para o ambiente além das resistências que as carraças vão adquirindo aos produtos químicos.

O controlo biológico pode ser uma forma complementar de controlo de carraças utilizando predadores naturais vertebrados (ratos, aves) e invertebrados (formigas, aranhas), fungos ou plantas com poder acaricida pode constituir-se como complemento aos métodos químicos tradicionais.

A prevenção implica também a continuação do programa de vigilância e monitorização implementado pelo REVIVE, visto que a vigilância permite detetar atempadamente qualquer alteração na abundância, na diversidade e papel de vetor, levando a que as autoridades possam definir medidas de proteção da saúde pública.

A sensibilização da população e a divulgação de informação sobre as carraças e os riscos associados à sua presença no ambiente deve também realizar-se quando se pretende controlar a presença de carraças e a transmissão de doenças.

Apresentam-se seguidamente as medidas de adaptação que podem ser adotadas para minimizar os impactes das doenças transmitidas por carraças na saúde humana:

Conhecimento

- Promover a melhoria da capacidade do sector da Saúde Pública no controlo de surtos e vetores;
- Promover o estudo da estrutura da população de vetores;
- Desenvolver os mecanismos de diagnóstico e tratamento precoces;

- Estudar a estrutura da população de vetores e a sua dinâmica;
- Promover a recolha sistemática de base epidemiológica e sero-epidemiológica para as doenças transmitidas por ixodídeos;
- Produzir mais informação sobre a doença de Lyme.

Tecnologia

- Promover a melhoria dos recursos técnicos;
- Promover a integração dos resultados laboratoriais no sistema de informação;
- Desenvolver um protocolo laboratorial de interpretação dos resultados;
- Desenvolver competências em epidemiologia;
- Desenvolver e integrar um programa de avaliação externa da qualidade;
- Promover a identificação dos serotipos;
- Desenvolver protocolo para um biobanco e armazenamento de amostras;
- Tornar a informação de sensibilização e alerta mais acessível utilizando diversos canais (ex. televisão, rádio, mensagens SMS, aplicativos móveis (*apps*), etc.).

Governança

- Colmatar as carências em recursos humanos identificadas;
- Estabelecer financiamento específico;
- Tornar a vigilância de vetores uma tarefa específica;
- Promover a coordenação entre a vigilância de vetores e a competência local;
- Criar uma unidade de controlo de carraças (eventualmente integrada com a dos mosquitos);
- Desenvolver um sistema adequado de coordenação das atividades de controlo de vetores;
- Criar cenários para um eventual surto;
- Melhorar o circuito de informação com o setor privado através de recordatórios, folhas informativas;

- Melhorar o planeamento de “stocks” para emergências de saúde pública;
- Melhorar os atuais níveis de comunicação sugerindo-se a utilidade de promover, com regularidade, exercícios de simulação envolvendo diversos sectores para testar esta capacidade;
- Promover a avaliação externa dos programas e organismos dedicados à avaliação das atividades de controlo de vetores;
- Estimular a vontade política e alocar recursos humanos e económicos adequados;
- Medidas oficiais de limpeza, controlo e vigilância de espaços privados abandonados.

Socioeconomia

- Colmatar as carências em recursos humanos identificadas;
- Criar equipamentos de serviço público para o controlo de vetores;
- Definir e atribuir financiamento específico;
- Promover a sustentabilidade dos programas face à emergência de outras prioridades ou à perda de interesse no futuro;
- Sensibilização contínua da população e turistas sobre doenças transmitidas por carraças;
- Direcionar esforços para sensibilizar as populações mais vulneráveis;
- Promover ações de sensibilização da população, nomeadamente crianças, sobre carraças e os impactes das doenças por elas transmitidas na saúde;
- Ações de divulgação sobre o ciclo biológico das carraças e de métodos preventivos para evitar a proliferação de carraças em propriedades privadas;
- Promover a sensibilização dos profissionais de saúde e dos meios de comunicação social para os potenciais impactes sobre a saúde.

Natureza

- Promover o estudo dos diversos reservatórios;
- Promover o estudo aprofundado da transmissão e estabelecer as medidas de controlo adequadas;
- Eliminação de grandes quantidades de herbáceas em torno de escolas, em jardins públicos, em caminhos e rotas de lazer;

- Colocação de madeira ou cascalho em áreas arborizadas para restringir a migração de carraças para as zonas de lazer;
- Utilização de espécies predadoras para controlar a população de vetores;
- Utilização de fungos ou plantas com poder acaricida.

4. CONCLUSÃO

Devido à inércia inerente ao sistema climático e ao período de tempo necessário para o dióxido de carbono entrar em equilíbrio na atmosfera, o mundo está comprometido em três a cinco décadas de alterações climáticas, não importando o quão rapidamente as emissões de gases de efeito de estufa são reduzidas. Os resultados desta avaliação indicam que as alterações climáticas na RAM irão muito provavelmente aumentar os impactos na saúde que são sensíveis ao clima, tais como os resultantes do *stress* por calor, da poluição do ar ambiente e de doenças transmitidas por vetores. A maioria dos potenciais impactos na saúde associados a estas alterações do clima pode, no entanto, ser evitada ou reduzida através de uma combinação entre fortalecer as funções chave dos sistemas de saúde e uma melhor gestão dos riscos apresentados por um clima em mudança. As medidas de adaptação recomendadas para a RAM para reduzir os possíveis impactos das alterações climáticas na saúde são resumidas de seguida.

Atualmente, para a ilha da Madeira existe um sistema de avisos meteorológicos para a população e autoridades de proteção civil. Este sistema utiliza apenas parâmetros meteorológicos locais sem estabelecer uma relação quantitativa entre saúde humana e tempo (i.e. *stress* por calor). Desta forma, são necessários na RAM sistemas de aviso e alerta baseados em limiares meteorológicos que considerem as respostas de saúde da população local. Para que este sistema seja eficaz, é importante que o sistema de saúde local esteja preparado para um potencial aumento do número de pacientes em períodos de alerta. Da mesma forma, é imperativo que o público em geral seja informado do que deve fazer para se proteger e aos familiares durante estes episódios.

Desde 2003 que a RAM monitoriza a qualidade do ar no Funchal. Os resultados deste sistema de monitorização indicam preocupações atuais de saúde associadas aos níveis de PM10. Com as alterações climáticas é provável que os níveis no ambiente de PM10 e de ozono na RAM aumentem e consequentemente os efeitos adversos na saúde associados a estes poluentes também aumentem. É assim recomendável estabelecer um modelo de previsão da poluição atmosférica que permita que seja estabelecido um sistema de aviso e alerta que informe a população da previsão provável da poluição do ar pelo menos com um dia de antecedência. É importante que os níveis de concentração sejam estimados com antecedência para que os grupos de população

mais vulneráveis possam limitar a sua exposição nos dias em que estejam previstos níveis de poluição atmosférica elevados.

Os níveis de pólenes transportados pelo ar são monitorizados na RAM pela Rede Portuguesa de Aerobiologia. Apesar destes níveis na RAM serem geralmente mais baixos do que em Portugal continental, ainda são uma preocupação em termos de saúde para indivíduos sensíveis. É provável que as alterações climáticas alterem a distribuição sazonal dos picos de pólenes na atmosfera, sendo importante que a informação sobre os níveis polínicos atinja a população em geral e os profissionais de saúde com, pelo menos, um dia de antecedência para que as populações mais sensíveis estejam aptas a reduzir a sua exposição ambiente o mais possível. Recomenda-se também que sejam feitos esforços para assegurar a mínima utilização de plantas com um elevado potencial alérgico dentro das áreas urbanas.

É expectável que no futuro a Madeira, esteja especialmente vulnerável a doenças transmitidas por vetores. O recente surto de Febre de Dengue (2012-2013) verificado na ilha da Madeira veio ilustrar a importância das medidas existentes e da existência de estratégias de (bio)preparação ("*preparedness*"). Atualmente, estão implementadas na RAM várias excelentes medidas de controlo e monitorização do *Aedes aegypti* (o mosquito que transmite a Dengue). Contudo, estas medidas não beneficiam de financiamento contínuo, o que torna a sua sustentabilidade questionável e um conseqüente problema de saúde pública. Em contraste, não existe atualmente, na RAM, nenhum sistema de controlo e monitorização de carraças, apesar de ser bem conhecido que a população de carraças na RAM está infetada com agentes patogénicos com relevância para a saúde pública. À medida que as condições ambientais na RAM se tornam favoráveis à transmissão de doenças transmitidas por vetores é importante que sejam desenvolvidos, na RAM, sistemas de aviso e alerta para estas doenças.

5. REFERÊNCIAS

- › Accodini, S., Corsico, A.G., Braggion, M., Gerbase, M.W., Gislason, D., Gulsvik, A., Heinrich, J., Janson, C., Jarvis, D., Jørgi, R., Pin, I., Schoefer, Y., Bugjani, M., Cazzoletti, L., Cerveri, I., Marcon, A., de Marco, R., (2013), *The cost of persistente asthma in Europe: na international population-based study in adults*, Int Arch Allergy Immunol, 160(1):93-101.
- › Brucker, G., (2005), *Vulnerable populations: lessons learnt from the summer 2003 heat waves in Europe*. Euro Surveillance 10(7):147.
- › Bugalho de Almeida, A., Covas, A., Prates, L., Fragoso, E., (2009), *Internamento e mortalidade intra-hospitalar por asma em Portugal continental (2000-2007)*, Revista Portuguesa de Pneumologia, Vol XV n.º 3 maio/junho 2009.
- › Caeiro, E., Brandão, R., Carmo, S., Lopes, L., Morais de Almeida, M., Gaspar, A., Ferraz Oliveira, J., Todo-Bom, A., Leitão, T., Nunes, C., (2007), *Rede Portuguesa de Aerobiologia: Resultados da monitorização do pólen atmosférico (2002-2006)*, Rev Port Imunoalergologia: 15 (3): 235-250.
- › Calado, R., Nogueira, P.J., Catarino, J., Paixão, E., Botelho, J., Carreira, M., Falcão, J.M., (2004), *A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa*. Revista Portuguesa de Saúde Pública, 22(2):7-20.
- › Casimiro E., Calheiros, J.M., Selada C., (2015), *Clima Madeira – Avaliação de Impactes das Alterações Climáticas na Madeira para a Saúde Humana*. Relatório D 2.1.1. & D 2.1.3. Projeto CLIMA-Madeira.
- › D’Amato G. e Spieksma FThM., (1992), *European allergenic pollen types*. Aerobiologia,8:447 -50.
- › Direção-Geral da Saúde, (2012), *Orientação n.º 14/2012 “Abordagem Clínica para casos de dengue”*, Retirado a 12 de março de 2015 de: <http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/mosquitos/Uploads/Anexos/orienta%C3%A7%C3%A3o%20DGS.pdf>

- › ECDC, (2013), *MISSION REPORT. Dengue outbreak in Madeira, Portugal*. European Centre for Disease Prevention and Control. Retirado a 12 de março de 2015 de: <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/dengue-madeira-ECDC-mission-2013.pdf>
- › Fink, A., Brücher T., Krüger A., Leckebusch G., Pinto J., Ulbrich U., (2004). *The 2003 European summer heatwaves and drought - synoptic diagnosis and impact*. Weather, 59, 209-216.
- › Haahtela T., Tuomisto L.E., Pietinalho A. et al. (2006), *A 10 year asthma programme in Finland: major change for the better*. Thorax, 61:663-670.
- › IPMA, *Enciclopédia IPMA – O que é uma onda de calor*. Retirado a 22 de janeiro de 2015 de <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=onda.calor.xml>
- › Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G., Menne, B., (2004), *Heat-waves: Risks and Responses, in Health and Global Environment Change*, series n.2, World Health Organization, Europe, Copenhagen.
- › Lindgren, E., Jaenson, T.G.T., (2006), *Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change epidemiology, ecology and adaptation measures*, WHO Regional Office for Europe, 2006:34.
- › Lopes de Carvalho, I., Milhano N., Santos A. S., Almeida V., Barros S.C., de Sousa R., Nuncio M.S., (2008), *Detection of Borrelia lusitaniae, Rickettsia sp. IRS3, Rickettsia monacensis, and Anaplasma phagocytophilum in Ixodes ricinus Collected in Madeira Island, Portugal*. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 8 (4): 575-579.
- › Matuschka F.R., Klug R., Schinkel T.W., Spielman A., Richter A., (1998) *Diversity of European Lyme Disease Spirochetes at the Southern Margin of Their Range*. Applied & Environmental Microbiology, 64 (5): 1980–1982.
- › Organização Mundial de Saúde (OMS), (2011), *Public Health Advice on preventing health effects of heat*, Copenhagen, Denmark.
- › Peternel R., Srncic, L., Culig J., Zaninovic K., Mitic B., Vukusic I., (2004), *Atmospheric pollen season in Zagreb (Croatia) and its relationship with temperature and precipitation*. Int J Biometeorol, 48:186 -91.
- › Pey et al, (2013), *African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001-2011: PM10 concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology*; Atmospheric Chemistry and Physics, 13, 1395-1410.
- › Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas (PCTEA) – Módulo Calor, (2014), Direção-Geral da Saúde.

- › REVIVE 2014. *Relatório REVIVE 2013 - Culicídeos e Ixodídeos : Rede de Vigilância de Vetores / Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infecciosas Doutor Francisco Cambournac*. - Lisboa : Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP, 2014. - 54 p
- › Robine, J.M., Cheung, S.L., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J.P. et al, (2008), *Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003*. C R Biol. Feb,331(2):171-8.
- › Sánchez -Mesa J.A., Galan C., Martínez -Heras J.A., Hervás -Martínez C., (2002), *The use of a neural network to forecast daily grass pollen concentration in a Mediterranean region, the southern part of the Iberian Peninsula*. Clin Exp Allergy, 32:1606 -12.
- › Simon Hales S.,Kovats S., Lloyd S., Campbell-Lendrum D. (2014) *WHO Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. WHO Press, World Health Organization, Switzerland.
- › Smith, K.R., A. Woodward, D. Campbell-Lendrum, D.D. Chadee, Y. Honda, Q. Liu, J.M. Olwoch, B. Revich, and R. Sauerborn, (2014): Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 709-754.
- › Spieksma F., (1990), *Pollinosis in Europe, new observations and developments*. Rev Paleobot Palynol, 64:35 -40.
- › SRAS, (2006), *Circular Informativa n.º 29/2006 “Medidas de Prevenção nas Doenças Transmitidas por Mosquitos”*, Secretaria Regional dos Assuntos Sociais. Retirado a 12 de março de 2015 de: http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/mosquitos/Uploads/Anexos/circular_informativa_29_2006_doencas_mosquito.pdf
- › SRAS, (2005), *Circular Informativa n.º 65/2005 “Mosquitos Aedes aegypti”*, Secretaria Regional dos Assuntos Sociais. Retirado a 12 de março de 2015 de: http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/mosquitos/Uploads/Anexos/65_2005.pdf
- › SRAS, (2015), *Boletim Epidemiológico – Doenças transmitidas por vetores: dengue – semana 10/2013 a semana 9/2015*. Secretaria Regional dos Assuntos Sociais. Retirado a 12 de março de 2015 de: http://iasaude.sras.gov-madeira.pt/Documentos/WEB/Anexos/Dashboard%20Dengue%20week%2010-2013_9-2015.pdf

