

PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS DE OEIRAS

RELATÓRIO SETORIAL: SAÚDE HUMANA

Autor: André Oliveira | CCIAM/Ce3C/FCUL
Contributos: Bruno Aparício | CCIAM/Ce3C/FCUL

ÍNDICE

1. Contexto.....	3
1.1. Perspetiva e diagnóstico do setor	3
1.1.1. Características demográficas relevantes.....	4
1.1.2. Morbilidade e mortalidade	5
2. Desenvolvimento.....	7
2.1. Variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor	7
2.1.1. Temperaturas elevadas, mortalidade, morbilidade.....	7
2.1.2. Doenças transmitidas por vetores	9
2.1.3. Poluição atmosférica.....	12
2.2. Avaliação das vulnerabilidades e modelação de impactos.....	13
2.2.1. Temperaturas elevadas.....	13
2.2.2. Doenças transmitidas por vetores	14
2.2.3. Poluição atmosférica.....	16
3. Vulnerabilidades climáticas atuais para Oeiras	17
3.1. Temperaturas elevadas.....	17
3.2. Doenças transmitidas por vetores	18
3.2.1. Febre de Dengue	18
3.2.2. Febre do Nilo Ocidental	19
3.3. Poluição atmosférica.....	20
4. Impactos e vulnerabilidades futuras para Oeiras.....	24
4.1. Temperaturas elevadas.....	24
4.2. Doenças transmitidas por vetores	25
4.2.1. Febre de Dengue	25
4.2.2. Febre do Nilo Ocidental	26
4.3. Poluição atmosférica.....	27
5. Considerações finais	28
6. Bibliografia	30
7. Ficha técnica.....	32

1. CONTEXTO

No âmbito da adaptação às alterações climáticas, a ENAAC 2020 engloba diversos grupos de trabalho setoriais (GT), entre os quais o GT da Saúde Humana, coordenado pela Direção-Geral da Saúde, que incide sobre os domínios ‘Eventos Térmicos Extremos’, ‘Água’, ‘Ar’, ‘Vetores Transmissores de Doenças’, ‘Alimentos’ e ‘Eventos Hidrológicos Extremos’ (DGS & APA, 2011).

Consideram-se aqui as vulnerabilidades para a Saúde Humana incluídas no domínio ‘Eventos Térmicos Extremos’, focando-se em particular no impacto da ocorrência de temperaturas elevadas, tanto diretamente (no que respeita ao aumento da mortalidade por causas não acidentais, tais como o enfarte agudo do miocárdio ou o acidente vascular cerebral, entre outras) como indiretamente, no que respeita às doenças transmitidas por vetores e às vulnerabilidades relativas ao domínio ‘Ar’ (das quais é aqui abordado o impacto da poluição atmosférica).

Estas vulnerabilidades são assumidas como prioritárias, na medida em que se relacionam com a tendência para a subida média da temperatura que se projeta vir a afetar cada vez mais o sul do continente europeu, e a área mediterrânica em particular (DGS e APA, 2011). Desta forma, é expectável que se agrave a exposição da população a temperaturas elevadas durante o período estival, com consequente aumento na morbilidade e mortalidade, tanto por causas diretas como indiretas.

Esta análise inicia-se, na secção seguinte, com o diagnóstico regional do setor da Saúde no concelho de Oeiras, o qual tem por base a Resenha dos Planos de Saúde: Nacional - Regionais - Locais – 2016 (RPS, 2015), incluído no Plano Nacional de Saúde e Estratégias Locais de Saúde (PNS), o Plano Local de Saúde de Lisboa Ocidental e Oeiras (PLLS) para 2016, e o Perfil Local de Saúde (PLS) desenvolvido no âmbito do Observatório Regional de Saúde do Departamento de Saúde Pública, da Administração de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (PLS, 2016). Desenvolve-se, de seguida, o corpo de conhecimento essencial relativo às implicações da ocorrência de temperaturas elevadas, doenças transmitidas por vetores e poluição atmosférica, para a Saúde Humana.

Por último, são apresentados os métodos e dados empregues, bem como os resultados obtidos e considerações finais, no que respeita à análise das vulnerabilidades climáticas, atuais e futuras, para a Saúde da população do município de Oeiras.

1.1. PERSPETIVA E DIAGNÓSTICO DO SETOR

A população residente no município de Oeiras é servida por um conjunto de entidades prestadoras de cuidados de Saúde, agregadas no Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental (Hospital de S. Francisco Xavier, Hospital de Egas Moniz e Hospital de Santa Cruz) e no Agrupamento de Centros de Saúde de Lisboa Ocidental e Oeiras - ACES LOO (SNS, 2016). Para além das entidades públicas, o Hospital da Luz/Clínica de Oeiras, a Clínica Médica da Linha, o Instituto do Coração e

a Clínica CUF Belém constituem o conjunto de unidades de Saúde privadas existentes nesta área, ou que devido à sua proximidade ao município, podem igualmente servir a população de Oeiras.

Esta estrutura de cuidados de Saúde servia, em 2016, uma população estimada de 174 249 habitantes, no conjunto das freguesias de Oeiras. No que respeita a profissionais de Saúde, Oeiras dispunha, à mesma data, de 9,5 médicos por 1000 habitantes e de 4,5 enfermeiros por 1000 habitantes. Nas duas primeiras décadas do século XXI verificou-se uma tendência para o aumento da proporcionalidade enfermeiros/habitantes, embora a um ritmo inferior e com valores mais baixos do que a região da Grande Lisboa e o Continente. O rácio médicos/habitantes registou a mesma evolução desde o início do século XXI, mas pelo contrário, sempre com valores acima da região da Grande Lisboa, e do Continente (INE).

1.1.1. Características demográficas relevantes

No que respeita à população residente, o município de Oeiras apresentou, ao longo dos últimos 20 anos, uma tendência de estabilização (Figura 1).

Segundo o INE e no que respeita à esperança média de vida à nascença¹, Oeiras apresentava em 2015 um valor de 83,4 anos para ambos os géneros, com 80,1 no género masculino e 86,2 no feminino (PLS, 2016), valores acima do verificado em Portugal no período 2015-2017, com 80,8 anos para ambos os géneros, com 77,6 anos para o género masculino e 83,4 anos no feminino. O índice de envelhecimento encontrava-se, em 2016, em 150,1 idosos (com 65 e mais anos) por cada 100 jovens com idade até aos 14 anos, verificando-se uma tendência para o aumento deste indicador num município que, até ao virar do século, registava valores inferiores à região da Grande Lisboa, e em linha com o Continente (Figura 2).

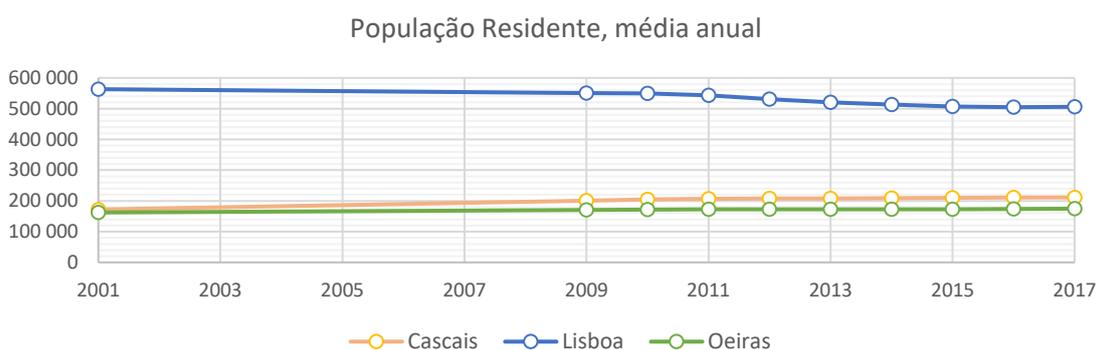


Figura 1 - Estimativas anuais da população residente, em Oeiras e nos concelhos vizinhos. Fonte: PORDATA, última atualização: 07-11-2018

¹ Não estando disponível, à escala municipal, o valor da esperança média de vida aos 65 anos (indicador muito significativo no âmbito desse relatório), refere-se que a Área Metropolitana de Lisboa registou um valor de 19,52 anos neste indicador, no período de 2014-2016

Índice de envelhecimento anual

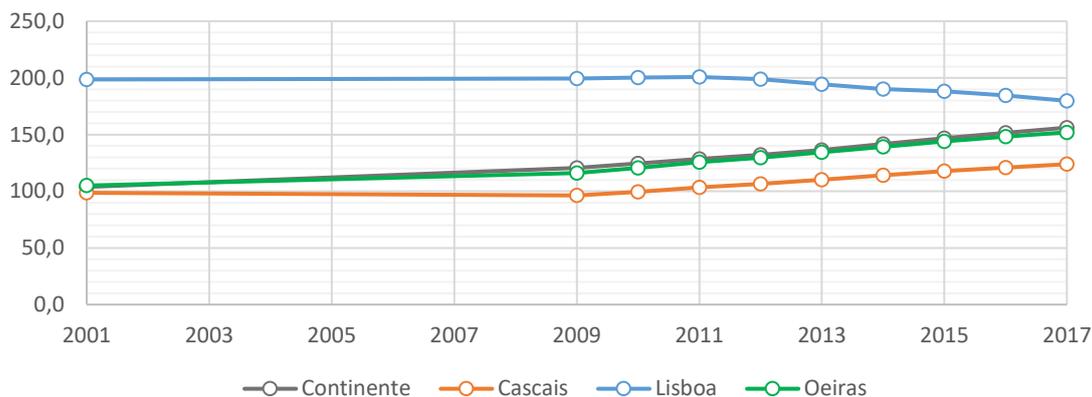


Figura 2 - Estimativas anuais do índice de envelhecimento por local de residência (NUTS – 2002) de Oeiras, concelhos vizinhos e continente. Fonte: PRODATA, última atualização: 07-11-2018

1.1.2. Morbilidade e mortalidade

Entre 2001 e 2017, a principal causa de morte no município de Oeiras foram as doenças do aparelho circulatório, com os tumores malignos como segunda causa de morte, particularmente no século XXI (Figura 3). No que diz respeito à morbilidade, os inscritos no ACES LOO apresentavam, em 2016, um padrão de diagnóstico dominado pelas patologias do sistema circulatório (Figura 4). Pelas características dos níveis de morbilidade, constituem áreas prioritárias de intervenção as doenças cérebro e cardiovasculares, os diabetes e o tabagismo.

Óbitos por algumas causas de morte (%) em Oeiras

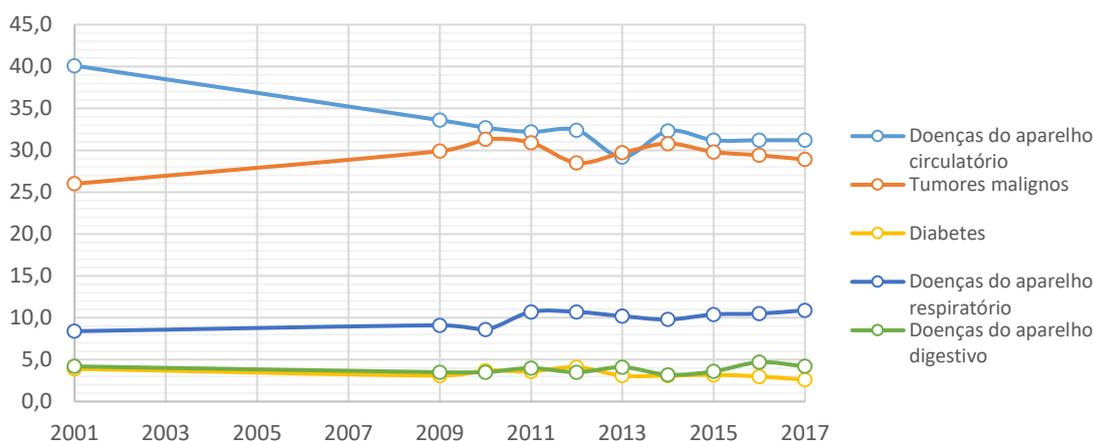
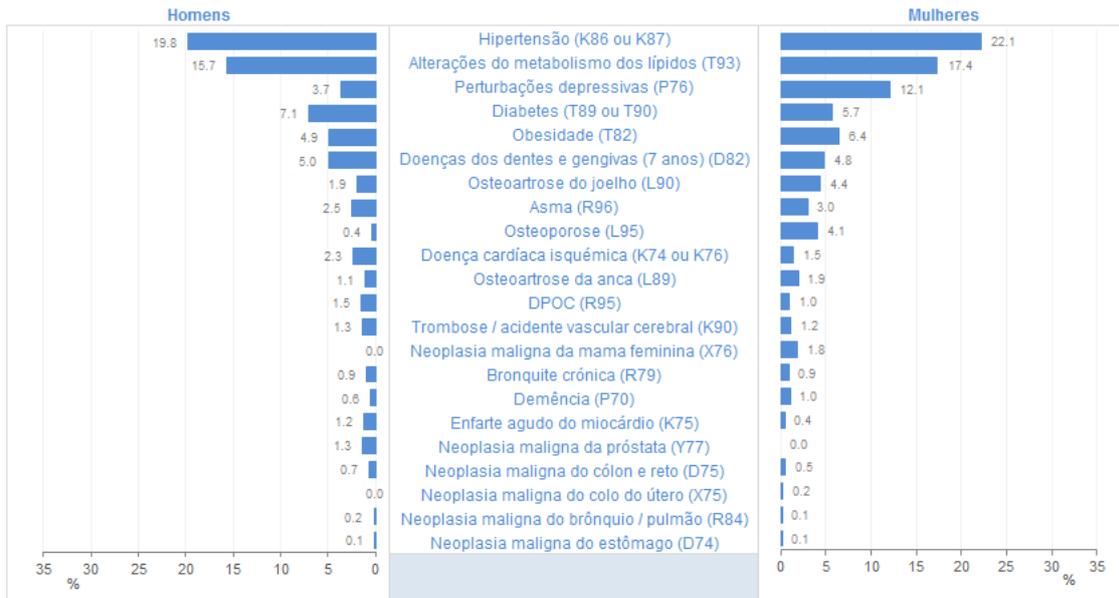


Figura 3 - Evolução dos óbitos por algumas causas (%) em Oeiras. Fonte: Pordata. Última atualização 30-04-2019

PROPORÇÃO DE INSCRITOS (%) POR DIAGNÓSTICO ATIVO NO ACES LISBOA OCIDENTAL/OEIRAS, POR SEXO, DEZEMBRO 2015 (ORDEM DECRESCENTE)



Fonte: Observatórios Regionais de Saúde (dados: SIARS)

Figura 4 - Padrão de morbilidade no município de Oeiras Fonte: PLS (2016)

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. VARIÁVEIS E PARÂMETROS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA O SETOR

2.1.1. Temperaturas elevadas, mortalidade, morbidade

A relação entre condições meteorológicas e impactos na saúde humana é, com frequência, suficientemente direta para permitir a obtenção de fortes inferências de causa-efeito (Smith et al., 2014).

De entre os vários fatores meteorológicos, atualmente, existe um crescente reconhecimento de que a exposição ao calor extremo se encontra associada ao aumento da mortalidade (Li et al., 2015). Notavelmente, a associação entre a ocorrência de dias quentes e o aumento da mortalidade é muito robusta. A situação é de igual forma preocupante no que respeita ao impacto das temperaturas elevadas na morbidade. Vários estudos focados nesta relação analisaram as admissões hospitalares ou a afluência a consultas de urgência, e reportaram o aumento de episódios relacionados com doenças cardiovasculares, respiratórias e renais, sendo que a magnitude dos impactos na saúde se encontrava relacionada com a duração e intensidade do calor (Smith et al., 2014). Um estudo focado no mapeamento dos riscos para a saúde decorrentes de temperaturas elevadas em áreas urbanas, realizado na área da cidade de Melbourne, Austrália, (Loughnan, Nicholls, & Tapper, 2012) especifica uma lista de situações de saúde críticas em face das temperaturas elevadas (Tabela 1) expressa de acordo com a Classificação Internacional das Doenças, Revisão 10².

Categoria	Códigos ICD-10
Sistema Circulatório	I00-I79, I95, I97, I99
Endócrinas	E00-07, E09-14, E20-35, E66, E84, E86-87
Respiratórias	J00-84, J96-98
Saúde Mental/comportamentos	F00-99
Doença crónica renal	N00-N39
Doenças do sistema Nervoso	G00-09, G10-13, G20-26, G30-32, G35-37, G40, G41, G43, G44, G45, G70-73, G80-83
Neoplasmas	C00-96
Gravidez	O00-16
Outras doenças	X30, X32, T67, L55-56, R50.9

Tabela 1 - Condições de Saúde Humana críticas em situações de temperatura elevada. Fonte: Loughnan et al. (2012)

Estas associações entre temperaturas elevadas e mortalidade/morbidade representam, nos nossos dias, uma crescente preocupação de saúde pública, especialmente no contexto das alterações climáticas (Li et al., 2015), na medida em que a evidência aponta para um aumento das temperaturas em geral e dos episódios de calor extremo em particular. Neste sentido, o

² <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en>

Relatório Especial do IPCC sobre Eventos Extremos (IPCC, 2012) indica que é muito provável - *Very Likely* que se tenha verificado, à escala global, uma diminuição geral no número de dias e noites frias e um aumento geral no número de dias e noites quentes.

Os casos de mortalidade e morbilidade associados com as temperaturas elevadas relacionam-se, na essência, com o mecanismo fundamental de termorregulação humana. Desta forma, o aumento da temperatura corporal acima de 38°C (geralmente designado por “Exaustão pelo calor”) implica a debilitação das funções físicas e cognitivas (Smith et al., 2014). Este fenómeno tem origem na relação entre a temperatura atmosférica e a temperatura corporal (em situação normal, esta última situa-se aproximadamente em 36,7°C), na medida em que o mecanismo de dissipação do calor corporal se torna progressivamente ineficaz com o aumento da temperatura atmosférica, tendo em conta que a temperatura atmosférica ideal para o funcionamento deste mecanismo se encontra estimada em aproximadamente 21°C (Walker, n.d.). Naturalmente, a situação torna-se mais gravosa caso a temperatura corporal se elevar acima de 40,6°C (situação geralmente designada por “Golpe de Calor” ou “Insolação”), ocorrendo um aumento drástico no risco de ocorrência de lesões nos órgãos vitais, perda de consciência e mesmo morte (Smith et al., 2014).

A onda de calor europeia de 2003 (que originou a morte de mais de 45.000 pessoas) e outros episódios mais recentes deste fenómeno que tiveram lugar não só na Europa, mas também nos EUA, permitiram sinalizar a existência de pontos comuns, no que respeita à vulnerabilidade da população durante os eventos de calor (Anderson & Bell, 2011). Desta forma, os grupos de maior risco parecem ser as populações urbanas, os indivíduos idosos ou muito jovens, as pessoas portadoras de doença ou deficiência crónica e as pessoas que vivem em ambientes construídos que aumentam os efeitos das temperaturas locais durante as ondas de calor. As pessoas isoladas, a residência em áreas de menor capacidade socioeconómica, a pertença a determinados grupos étnicos e a residência em áreas de alta densidade populacional constituem fatores que contribuem também para o aumento do risco (Loughnan et al., 2012).

Como as ondas de calor são relativamente infrequentes em comparação com o número total de dias com temperaturas acima do valor ótimo para um determinado local, os efeitos das ondas de calor representam apenas uma fração do impacto total do calor na saúde (Smith et al., 2014).

Justifica-se assim a relevância de analisar o comportamento da mortalidade e morbilidade das populações quando se registam temperaturas do ar acima de 38°C, 40,6°C, e em situações de onda de calor. Mesmo baixando um pouco o limiar, as temperaturas acima de 30°C apresentam também relevância, tendo inclusivamente sido reportado no município de Cascais, contíguo ao território de Oeiras, um aumento no risco de mortalidade quando as temperaturas máximas ultrapassam os 30°C (Casimiro, Almeida, & Gomes, 2010). Desta forma, e de acordo com as limitações inerentes aos dados disponíveis, optou-se pelo limiar de 30°C para a avaliação de vulnerabilidades atuais e futuras ao calor em Oeiras.

Para a concretização das análises efetuadas, recorreu-se aos seguintes dados:

- Temperatura máxima diária observada na estação meteorológica de Lisboa (Tapada da Ajuda), obtida a partir do IPMA. Estação usada como referência para a contagem dos dias

com temperatura máxima acima de 30°C por mês, nos anos entre 1975 e 2005, no município de Oeiras;

- Temperatura máxima diária (modelada), obtida a partir do projeto europeu EURO-CORDEX. Usada para contagem, ao nível do município de Oeiras, dos dias com temperatura máxima acima de 30°C por mês, nos anos entre 1975 e 2005 (histórico modelado), e também para a contagem destes mesmos dias em cenários de alterações climáticas, nomeadamente para os períodos de 2011 - 2040, 2041 - 2070 e 2071 - 2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.
- Estimativas da população residente no município de Oeiras nos anos entre 1991 e 2003. Esta informação foi obtida a partir do Instituto Nacional de Estatística e utilizadas no cálculo das Taxas Brutas de Mortalidade por 10000 habitantes nos anos deste período.
- Contagem anual de óbitos no município de Oeiras por causas não acidentais (CID-10: A00-R99) para os anos entre 1991 e 2003. Dados gentilmente cedidos pela Direcção-Geral da Saúde, e usados no cálculo das Taxas Brutas de Mortalidade por 10000 habitantes nos anos deste período.

2.1.2. Doenças transmitidas por vetores

Os vetores de doenças, tais como mosquitos e carraças, são atualmente uma das principais preocupações de saúde pública identificada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), estimando que mais de metade da população mundial esteja hoje em risco de ser afetada. O levantamento estatístico mais recente, a nível mundial, aponta para mais de 1 mil milhão de pessoas afetadas todos os anos, de que resulta cerca de 1 milhão de vítimas mortais por malária, Dengue, leishmaniose, esquistossomose ou doença de Chagas, em populações pertencentes predominantemente a estratos socioeconómicos baixos. Outras doenças transmitidas por vetores, como o vírus Zika, a Febre do Nilo Ocidental, causada pelo vírus do mesmo nome (WNV), a filariose linfática e a oncocercose, não constituem risco de vida, mas podem causar problemas graves de saúde.

Condições meteorológicas e climáticas específicas de temperatura, de precipitação e de humidade, determinam ambientes propícios não só para a reprodução, como também para a possibilidade de multiplicação dos agentes patogénicos transportados pelos vetores. No caso específico da malária, os padrões geográficos de transmissão desta doença começaram já a ser modificados pelas alterações climáticas no século passado, mas efeitos protetores provocaram o seu recuo, como as boas condições socioeconómicas das novas populações potencialmente afetadas, ou medidas preventivas e curativas eficazes. Contudo, modelos preditivos apontam para o crescimento do número de casos de malária neste século, situação que poderá continuar contida se os referidos efeitos protetores forem intensificados (Campbell-Lendrum, Manga, Bagayoko, & Sommerfeld, 2015).

No caso de Dengue, a proliferação desta doença pode ser favorecida pelas alterações climáticas, sendo que se poderá verificar-se uma maior incidência em regiões com surtos de malária

controlados ou mesmo com esta doença erradicada, podendo estender-se a países mais desenvolvidos (Campbell-Lendrum et al., 2015).

Samy et al. (2016) consideraram Portugal como uma das regiões propícias à proliferação dos Vírus do Nilo Ocidental (VWN), Encefalite de Saint Louis, Filariose linfática e Zika, ao mapearem, à escala global, vetores de várias doenças, com recurso a características climáticas atuais e projetadas ao longo deste século.

O Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA), através do Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infeciosas Doutor Francisco Cambournac, desenvolveu protocolos com várias entidades públicas de administração central e local, num projeto de nome REVIVE - Rede de Vigilância de Vetores (Cambournac, 2017), com os objetivos de vigilância da atividade e caracterização das espécies de mosquitos (ou culicídeos) e carraças (ou ixodídeos), existentes no território português, e identificação de agentes patogénicos, do qual resultaram relatórios disponíveis na página Internet do INSA. Conhecendo as espécies, as áreas geográficas que registam maior profusão, o seu período de atividade, os principais hospedeiros e a taxa de infeção, torna-se possível estabelecer medidas que mitiguem os efeitos das doenças transmitidas por estes vetores que, assim, podem ser prevenidas. Estas redes de vigilância são também imprescindíveis na deteção de espécies exóticas e invasoras introduzidas no território e com potenciais impactos na saúde pública.

O risco de contrair estas doenças está a aumentar no Sul da Europa. No caso português, atualmente a carraça é o vetor com maior risco para a saúde pública. É parasita de um alargado número de animais, alimentando-se do sangue destes do qual depende o seu ciclo de vida. Pode parasitar, acidentalmente o Homem e transmitir agentes infecciosos, caso esteja infetada por bactérias que desenvolvem a febre escaro nodular e a borreliose de Lyme. A Figura 5 representa a distribuição, pelo território continental, da espécie de carraça (*Rhipicephalus sanguineus*) mais abundante no país e presente no município de Oeiras, portadora da bactéria da febre escaro nodular, a doença com mais incidência em Portugal de entre as resultantes de picadas deste vetor.

No caso dos mosquitos, as espécies das subfamílias *Anophelina* e *Culicinae* são consideradas com tendo capacidade vetorial para importantes doenças, como a malária, várias arboviroses como o VWN, e filarioses linfáticas, tendo assim muito impacto na saúde pública. A espécie *Culex pipiens* (Figura 5), caracterizada por uma grande capacidade de adaptação ecológica, é muito comum em Portugal, sendo encontrada em Oeiras. Esta espécie é responsável pela circulação, entre outros, do VWN.

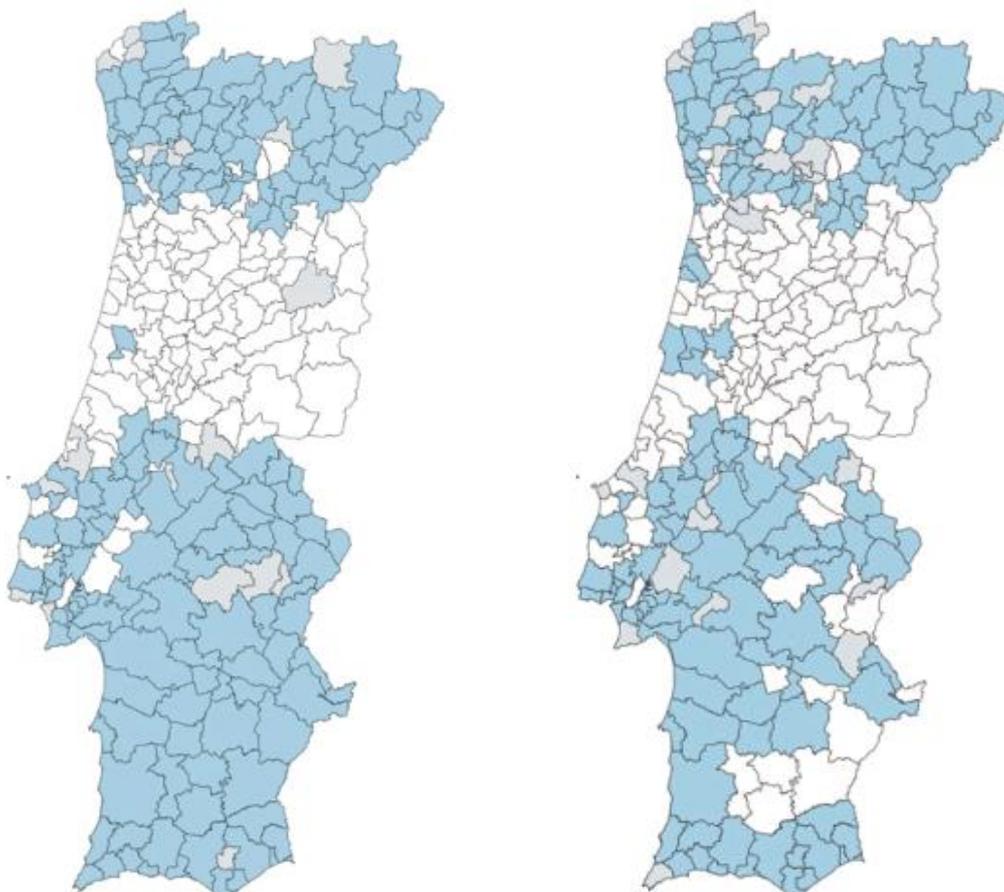


Figura 5 - Distribuição geográfica da carraça *Rhipicephalus sanguineus* (à esquerda) e do mosquito *Cullex pipiens* (à direita), para o período de 2011-2015. Fonte: INSA

Dados os potenciais vetores identificados na área do município de Oeiras, torna-se necessária uma avaliação das vulnerabilidades atuais e futuras, como importante fator de saúde pública neste município, no que respeita a doenças transmitidas por vetores.

Para a concretização das análises efetuadas, recorreu-se aos seguintes dados:

- Temperatura média diária observada na estação meteorológica de Lisboa (Tapada da Ajuda), obtida a partir do IPMA. Estação usada como referência para a contagem mensal dos dias com temperaturas favoráveis às doenças em estudo, nos anos entre 1975 e 2005, no município de Oeiras;
- Temperatura média diária modelada - obtida a partir do projeto europeu EURO-CORDEX. Estes dados foram utilizados para o cálculo das contagens mensais de dias com temperaturas (modeladas) favoráveis às doenças em estudo entre os anos de 1975 e 2005, e das contagens mensais projetadas de dias com temperaturas favoráveis em cenários de alterações climáticas, nomeadamente para os períodos 2011 - 2040, 2041 - 2070 e 2071 - 2100, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5.

2.1.3. Poluição atmosférica

A exposição à poluição atmosférica deve ser encarada como um dos vários fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento de doenças crónicas e, no limite, para a morte. Este tipo de poluição define-se como um conjunto de gases poluentes - ozono (O_3), dióxido de azoto (NO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), e ainda partículas (PM), em suspensão no ar, onde cada um destes constituintes pode ser responsável por um efeito específico na saúde humana (Malmqvist, Oudin, Pascal, & Medina, 2018). As partículas (PM) dividem-se ainda, de acordo com o seu tamanho, em PM_{10} ($\leq 10 \mu m$) ou $PM_{2.5}$ ($\leq 2.5 \mu m$) (Casanova et al., 2004).

As PM, o NO_2 e o O_3 são os principais componentes da poluição do ar em áreas urbanas, sendo o tráfego automóvel o principal responsável pela libertação destes poluentes (principalmente NO_2), enquanto o SO_2 abunda principalmente em áreas industriais. Um número significativo de estudos confirma os impactos negativos da poluição urbana para a saúde humana, incluindo nas doenças respiratórias alérgicas (D'Amato et al., 2013).

É essencial o conhecimento dos efeitos para a saúde humana de cada um destes poluentes, em exposições de curta e longa duração, para guiar intervenções de controlo das concentrações dos principais agentes de poluição atmosférica.

No que respeita as partículas, a exposição de longa duração (medições médias anuais) a partículas $PM_{2.5}$ de indivíduos com 30 ou mais anos, origina aumentos da mortalidade devido a doenças cardiovasculares (cerebrovasculares e doença isquémica do coração), doença pulmonar crónica obstrutiva, cancro da traqueia, brônquios e pulmão. No caso das PM_{10} , as consequências verificam-se na mortalidade pós-neonatal, na prevalência de bronquite em crianças (6-12 anos), e na incidência de bronquite crónica em adultos. Em exposições de curta duração (medições correspondentes a um dia ou até 2 semanas), para ambos os tipos de partículas, os impactos registam-se ao nível dos dias de trabalho perdido, das admissões hospitalares e das manifestações de sintomas de asma em crianças asmáticas.

Quanto ao O_3 , apresenta impacto na mortalidade e em doenças respiratórias, para exposições de longa duração (no conjunto de meses de verão). Aquando de exposições de curta duração (máximo de 8 horas) influencia a mortalidade em todas as idades, a ocorrência de doenças cardiorrespiratórias e cerebrovasculares (com exclusão de ataques cardíacos), e as admissões hospitalares de indivíduos com mais de 65 anos.

A exposição a níveis elevados de NO_2 aumenta a probabilidade de problemas respiratórios, pois inflama o revestimento dos pulmões, podendo reduzir a imunidade a infeções pulmonares. Esta exposição tem impactos mais significativos em crianças com asma (causando ataques mais frequentes e mais intensos) e também em idosos com doenças cardíacas.

No caso do SO_2 , a exposição a este gás encontra-se mais associada a riscos cardiovasculares (Requia et al., 2018).

A concentração a curto prazo (1 dia) ou a longo prazo (1 ano), e conseqüentemente a duração da exposição a estes poluentes, depende de um conjunto de processos (emissão, transporte, transformação e deposição), cada um relacionado, direta ou indiretamente, com condições

meteorológicas e climáticas. As temperaturas elevadas aumentam as reações químicas, originando maior produção e emissão de O_3 e SO_2 (Casanova et al., 2004). A forte radiação solar e vento fraco potenciam também a formação de O_3 troposférico (Nogueira e Mesquita, 2017). A frequência e quantidade da precipitação tem também impacto nos processos de deposição que retiram da atmosfera os componentes poluentes. Também a humidade influencia a qualidade do ar, pois elevados níveis de vapor de água na atmosfera aumentam, por um lado, as taxas de destruição do O_3 , e alteram, por outro, as propriedades de aerossóis. A produção de O_3 é igualmente afetada pela nebulosidade que determina a quantidade de radiação solar, a realização da fotólise e, conseqüentemente, a concentração deste e do NO_2 . A velocidade e direção do vento, a altura da camada limite atmosférica e os movimentos verticais do ar determinam o grau de dispersão, deposição ou estagnação de poluentes. Se o vento tem potencialidade de ventilação, o aumento da sua velocidade tem também efeitos no aumento de partículas em suspensão, bem como o transporte a longas distâncias. A localização dos sistemas de altas e baixas pressões podem também influenciar os eixos de transporte destes elementos na atmosfera (Casanova et al., 2004).

No que respeita aos impactos negativos da poluição urbana para a saúde humana, as projeções feitas tendo por base alterações das características do clima apontam para o aumento da gravidade da situação nas próximas décadas (D'Amato et al., 2013). As alterações climáticas podem, só por si, impactar profundamente os níveis de qualidade do ar, na medida em que as mudanças nas condições meteorológicas induzirão mudanças no transporte, dispersão e transformação de poluentes atmosféricos (Carvalho, Monteiro, Solman, Miranda, & Borrego, 2010).

Sendo assim, torna-se necessária a avaliação da vulnerabilidade da saúde da população às alterações na qualidade do ar, no contexto dos cenários projetados de alterações climáticas.

Para a concretização das análises efetuadas, recorreu-se aos seguintes dados:

- Concentrações de dióxido de azoto (NO_2), recolhidas na Estação de medição da qualidade do ar da Quinta do Marquês em 2016 e expressas em $\mu g/m^3$;
- Concentrações de ozono (O_3), recolhidas na Estação de medição da qualidade do ar da Quinta do Marquês em 2016 e expressas em $\mu g/m^3$;
- Concentração de partículas PM_{10} , recolhidas na Estação de medição da qualidade do ar da Quinta do Marquês em 2016 e expressas em $\mu g/m^3$.

2.2. AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES E MODELAÇÃO DE IMPACTOS

2.2.1. Temperaturas elevadas

Casimiro *et al* (Casimiro et al., 2010) levaram a cabo uma análise do impacto do *stress térmico* pelo calor no período de Verão, no município de Cascais, para o período entre 2002 e 2007. As situações de *stress térmico* envolvem a exposição a ambientes térmicos extremos que podem

afetar a capacidade de trabalho e, em última análise, a saúde (Cheung, Lee, & Oksa, 2016). Os resultados de Casimiro et al. (2010) demonstraram que a temperatura máxima se encontra significativamente associada ao risco de morte, por todas as causas, durante o período quente do ano, tendo sido estimado que, a partir do limiar de temperatura atmosférica de 30°C ocorre um aumento da mortalidade devido ao calor. Mais especificamente, por cada aumento de um 1°C na temperatura máxima acima deste limiar, Casimiro et al. (2010) observaram um aumento de 4,7% no risco de morrer por todas as causas. Este limiar foi similarmente obtido em outras cidades de clima mediterrânico (Baccini et al., 2008). Num estudo similar e mais abrangente, Almeida et al. (2013) determinaram um limiar de aumento de mortalidade de 29,3 °C para os municípios da área da Grande Lisboa, com um aumento de 5,6% no risco de morrer por cada aumento de um 1°C na temperatura máxima acima deste limiar.

Desta forma, assumindo a similaridade entre os climas dos municípios contíguos de Oeiras e Cascais, optou-se aqui pela utilização do limiar de 30°C (temperatura máxima), para identificar os dias em que ocorre *stress térmico* devido ao calor no município de Oeiras.

Para uma primeira análise do risco atual, efetuou-se, num primeiro momento, a avaliação da evolução conjunta da contagem anual do número de dias acima de 30°C, ocorridos na área do município de Oeiras, entre 1991 e 2003, e da Taxa Bruta de Mortalidade por 10000 habitantes. Para uma avaliação mais precisa da vulnerabilidade atual, determinou-se a percentagem de dias em *stress térmico* ocorridos no período histórico observado de 1975-2005 no município de Oeiras.

Finalmente, na modelação dos impactos futuros das temperaturas elevadas no setor Saúde Humana, a análise previamente realizada para o período histórico observado de 1975-2005 foi utilizada como base para a avaliação destes impactos nos períodos modelados de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, para dois cenários de alterações climáticas, nomeadamente o RCP4.5 e RCP8.5.

2.2.2. Doenças transmitidas por vetores

Segundo a OMS, a Febre de Dengue é a doença viral transmitida por mosquitos que mais rapidamente se tem disseminado pelo mundo. Ao contrário de outros mosquitos, a picada do *Aedes Aegypti*, principal mosquito vetor da dengue, ocorre durante o dia. Outro vetor de dengue, *Aedes albopictus* (vetor secundário), pode inclusive sobreviver em regiões temperadas mais frias³. Este contexto, bem como a ocorrência, em 2012-2013, de um surto de Febre de Dengue (doença causada pelo agente viral do mesmo nome) de importante magnitude (cerca de 1080 casos) em território nacional, especificamente na ilha da Madeira, transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* (Nunes et al., 2014), motivou a opção de se avaliar a vulnerabilidade a esta doença, através da vulnerabilidade ao seu principal mosquito vetor.

³ <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/en/index2.html>

Também a Febre do Nilo Ocidental configura uma vulnerabilidade para o município de Oeiras, uma vez que os mosquitos da espécie *Culex Pipiens* possuem a capacidade de transmitir esta doença, e a sua presença tem sido detetada em boa parte dos municípios da área metropolitana de Lisboa, incluindo Oeiras (Figura 5). Embora não existam casos reportados em Oeiras, a Febre do Nilo Ocidental ocorreu já em outras partes do território de Portugal Continental, notavelmente no Algarve, pelo que se optou por avaliar igualmente a vulnerabilidade a esta doença.

Para ambas as doenças, foi adotada, na avaliação da vulnerabilidade atual, uma metodologia baseada na coincidência dos limiares de temperatura média favoráveis à presença do vetor, incubação do agente no vetor e transmissão ao Homem, previamente desenvolvida no âmbito do Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores (PRAC)⁴.

No caso da Febre de Dengue, foram determinados os dias de coincidência de limiares de temperatura média favoráveis à presença/densidade do vetor (20°C a 30°C), incubação do agente patogénico no vetor/replicação do vírus (22°C a 35°C) e transmissão ao Homem/contacto entre vetor e ser humano (15°C a 36°C), ao nível municipal. De seguida, foi efetuada a contagem de dias com a temperatura média dentro nos limiares adotados, por mês, nos anos do período histórico observado, de 1975 a 2005. Por último, foi calculada a percentagem destes dias por mês, no total de dias mensais disponíveis durante o período de referência, tendo este indicador sido utilizado para avaliar a vulnerabilidade a esta doença, em cada mês, para a situação atual, no município de Oeiras.

No que respeita à Febre do Nilo Ocidental, a metodologia seguida para cálculo da vulnerabilidade ao nível municipal foi em tudo semelhante, exceto nos limiares de temperatura adotados. Assim, foram determinados os dias de coincidência de limiares de temperatura média favoráveis à presença / densidade do vetor (20°C a 30°C), incubação do agente patogénico no vetor / replicação do vírus (22°C a 30°C) e transmissão ao Homem / contacto entre vetor e ser humano (15°C a 28°C), ao nível municipal. Dada a proximidade dos dois primeiros limiares, estes foram sintetizados no intervalo de 20°C a 30°C.

Por último, na modelação dos impactos futuros destas duas doenças na saúde humana, realizou-se o mesmo exercício, mas para os períodos modelados de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, para dois cenários de alterações climáticas, nomeadamente o RCP4.5 e RCP8.5. Dado o facto dos valores da temperatura média observados no registo histórico não serem diretamente comparáveis aos valores do registo histórico modelado, as anomalias percentuais de dias favoráveis à ocorrência de doenças transmitidas por vetores em cenários de alterações climáticas, quando somadas à percentagem de dias favoráveis observada no período histórico, poderiam ultrapassar os 100%. Para evitar esta situação incoerente procedeu-se, quando necessário, ao ajuste do valor da anomalia percentual.

⁴ <http://www.azores.gov.pt/Gra/srrn-ambiente/menus/secundario/PRAC/>

2.2.3. Poluição atmosférica

A metodologia aqui adotada baseou-se na revisão de bibliografia referente a esta vulnerabilidade. O seu objetivo principal é indicar o sentido expectável da mudança, de forma a sustentar medidas de adaptação que contribuam para evitar/reduzir impactos negativos, com base tanto no estado da arte global, como na avaliação do ponto de situação atual no território de Oeiras. A insuficiência de dados não permitiu efetuar a modelação detalhada dos impactos futuros sobre a saúde humana, associados à poluição atmosférica no município de Oeiras. Foi, todavia, possível obter através de revisão bibliográfica, uma avaliação essencial da vulnerabilidade atual e futura para a área do município de Oeiras, analisando-se como ponto de partida os níveis de poluentes atmosféricos medidos na estação da qualidade do ar da Quinta do Marquês, assumidos como representativos da situação no município.

3. VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS ATUAIS PARA OEIRAS

3.1. TEMPERATURAS ELEVADAS

Através da análise da evolução conjunta da contagem anual do número de dias acima de 30°C, ocorridos na área do município de Oeiras, entre 1991 e 2003, e da Taxa Bruta de Mortalidade por 10000 habitantes, verifica-se que a evolução do número de dias acima de 30°C foi acompanhada, na maior parte dos anos analisados, pela evolução da taxa de mortalidade, exceto nos períodos 1996-1997 e 1998-2001 (Figura 6).

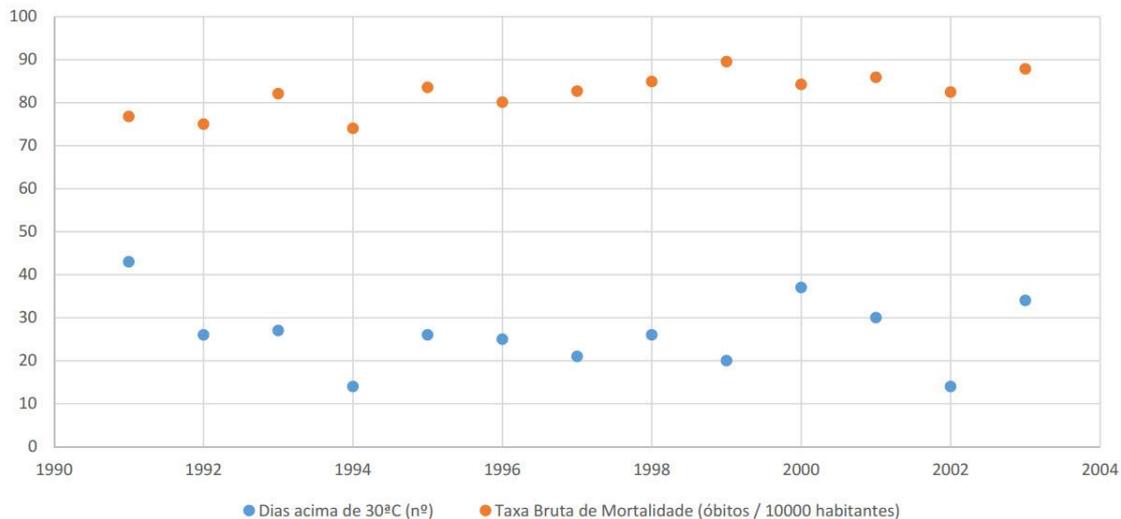


Figura 6 - Comparação da Taxa Bruta de Mortalidade por 10000 habitante, com o nº de dias acima de 30°C, entre 1991 e 2003, no município de Oeiras. Fonte de dados: DGS, INE

A Figura 7 ilustra a vulnerabilidade atual às temperaturas elevadas no município de Oeiras, expressa através da percentagem de dias com a temperatura máxima acima do limiar de 30°C, ocorrida por mês, neste período histórico.



Figura 7 - Distribuição mensal da percentagem de dias com temperatura máxima acima de 30°C, no período histórico de 1975-2005. Fonte de dados: IPMA

Pela observação da evolução dos níveis de *stress térmico* atual no município de Oeiras, utilizando-se o limiar de calor de 30°C, verifica-se que a vulnerabilidade atual às situações de ocorrência de temperaturas elevadas aumenta entre maio e outubro, atingindo o seu nível máximo nos meses de julho e agosto. Estes valores são mais elevados do que aqueles estimados por Casimiro *et al* (Casimiro et al., 2010) para o município de Cascais, embora o recurso a séries temporais diferentes possa ter alguma influência na comparabilidade dos resultados.

3.2. DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES

3.2.1. Febre de Dengue

A Figura 8 ilustra a vulnerabilidade atual à Febre de Dengue no município de Oeiras entre 1975 e 2005, expressa através da percentagem de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença, ocorrida por mês, neste período histórico.

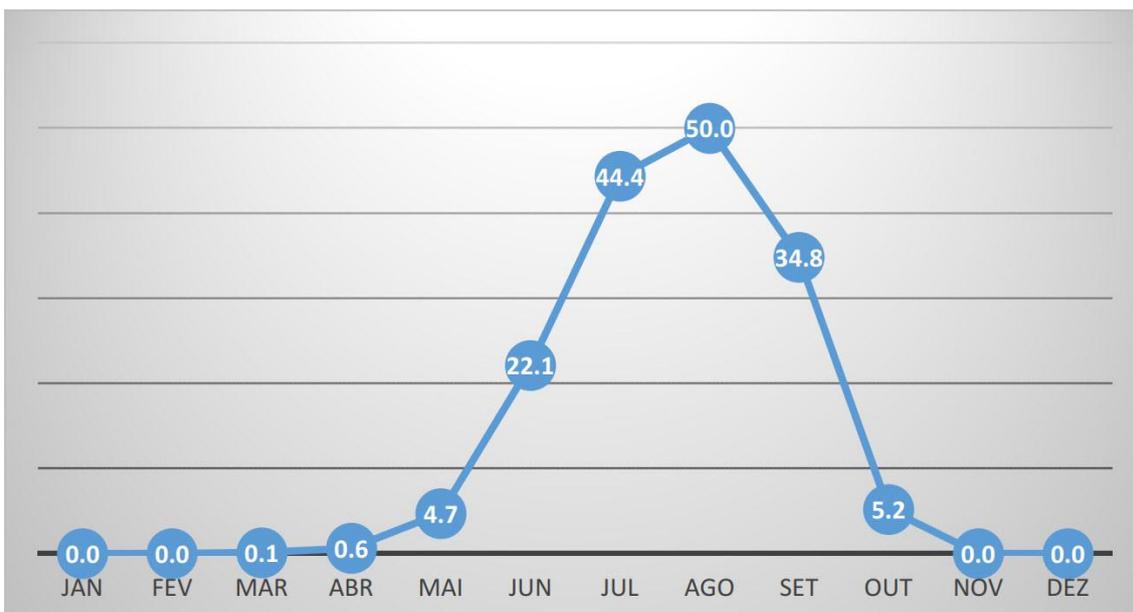


Figura 8 - Distribuição da percentagem mensal de dias dentro dos limiares de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue, no período de 1975-2005. Fonte de dados: IPMA

Pela observação da distribuição da percentagem de dias favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue no município de Oeiras, verifica-se que existem atualmente condições para a presença do vetor *Aedes aegypti*, com incubação do vírus do Dengue no vetor, e sua subsequente transmissão à população humana, no município de Oeiras, entre maio e outubro, com esta vulnerabilidade a assumir maior expressão nos meses de junho a setembro. Todavia, não só o mosquito vetor *Aedes aegypti* não se encontra presente no território de Oeiras, como não decorre presentemente uma situação autóctone de Febre de Dengue, devido à ausência, no contexto atual, do agente patogénico em hospedeiros humanos ou animais.

3.2.2. Febre do Nilo Ocidental

A Figura 9 ilustra a vulnerabilidade atual à Febre do Nilo Ocidental no município de Oeiras no período histórico entre 1975 e 2005, expressa através da percentagem mensal de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença.

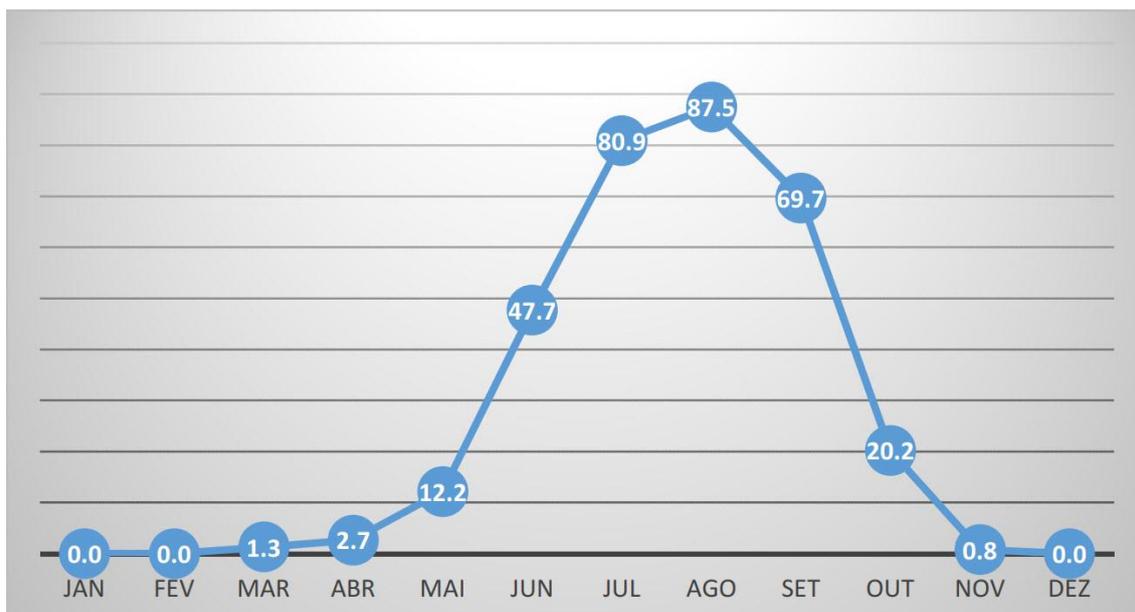


Figura 9 - Distribuição da percentagem mensal de dias dentro dos limiares de temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre do Nilo Ocidental, no período de 1975-2005. Fonte de dados: IPMA

Pela observação da evolução da percentagem de dias favoráveis ao desenvolvimento da Febre do Nilo Ocidental no município de Oeiras, verifica-se que existem atualmente condições para a presença do vetor *Culex Pippiens*, com incubação do vírus no vetor, e sua subsequente transmissão à população humana, no município de Oeiras, entre março e novembro, com esta vulnerabilidade a assumir maior expressão nos meses de junho a setembro. Embora, o mosquito vetor *Culex Pippiens* tenha sido detetado no território de Oeiras, não decorre presentemente uma situação autóctone desta doença, devido à ausência, no contexto atual, do agente patogénico, em hospedeiros humanos ou animais.

3.3. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As medições de alguns poluentes (NO₂, partículas PM₁₀, O₃), efetuadas através da rede de monitorização⁵ da qualidade do ar, e recolhidas pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, permitiram a obtenção de um ponto da situação atual para o município de Oeiras (Nogueira e Mesquita, 2017).

Assim, no que respeita ao NO₂, a legislação em vigor define com o objetivo de proteção da saúde humana, um valor limite horário (VLH) de concentração estabelecido em 200 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 18 vezes no ano, e um valor limite anual (VLA) de 40 µg/m³. Para este poluente está ainda definido um limiar de alerta horário, de 400 µg/m³, que não pode ser ultrapassado durante mais de três horas consecutivas. Os resultados das medições disponíveis

⁵ A estação da Quinta do Marquês, em Oeiras, faz parte desta rede de monitorização. É considerada uma estação urbana de fundo, representativa de uma vasta área envolvente, que avalia a qualidade do ar ao qual a população local está exposta durante mais tempo. É colocada longe de qualquer fonte próxima de poluição (zonas industriais, vias de tráfego, etc.)

mais recentes, efetuadas no ano de 2016, indicam que a atmosfera em Oeiras não apresentou neste período, valores deste poluente que ultrapassassem os limites previstos, tendo-se verificado que o 19.º máximo horário para o VLH se ficou por 77 µg/m³, e a média anual para o VLA apresentou 13 µg/m³ (Figura 10).

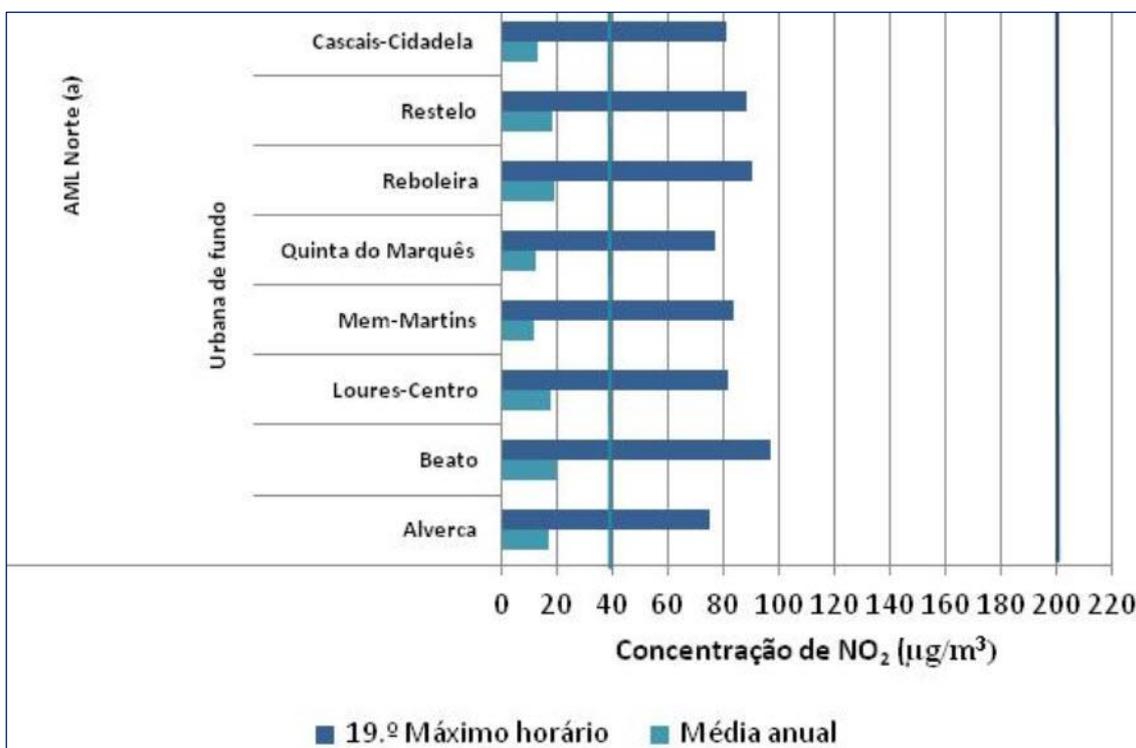


Figura 10 - Medições de NO₂ nas estações de fundo da AML Norte em 2016. Fonte: Nogueira e Mesquita (2017)

No que respeita a concentrações de partículas, a estação da Quinta do Marquês permite apenas medir concentrações de partículas do tipo PM₁₀. Para estas, a legislação em vigor define um valor limite diário (VLD) de 50 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 35 vezes no ano, e um valor limite anual (VLA) de 40 µg/m³. Tendo em conta estes limites, os resultados das medições disponíveis mais recentes (efetuadas em 2016), indicam que a atmosfera em Oeiras não apresentou neste período, valores deste poluente que ultrapassassem os limites previstos, tendo-se verificado que o 36.º máximo horário para o VLH se ficou por 19 µg/m³ (após desconto da contribuição dos eventos naturais), e a média anual para o VLA apresentou 12 µg/m³, após desconto da contribuição dos eventos naturais (Figura 11 e Figura 12, respetivamente).

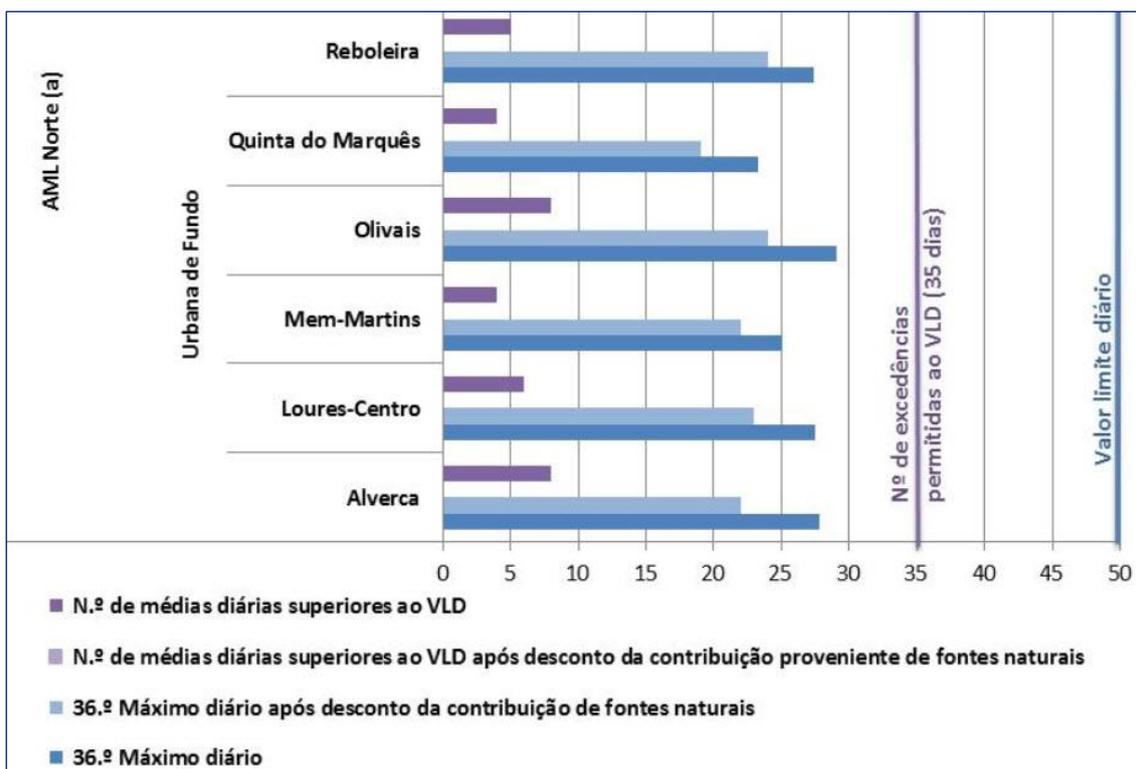


Figura 11 - Medições diárias (PM₁₀) nas estações de fundo da AML Norte em 2016. Fonte: Nogueira e Mesquita (2017)

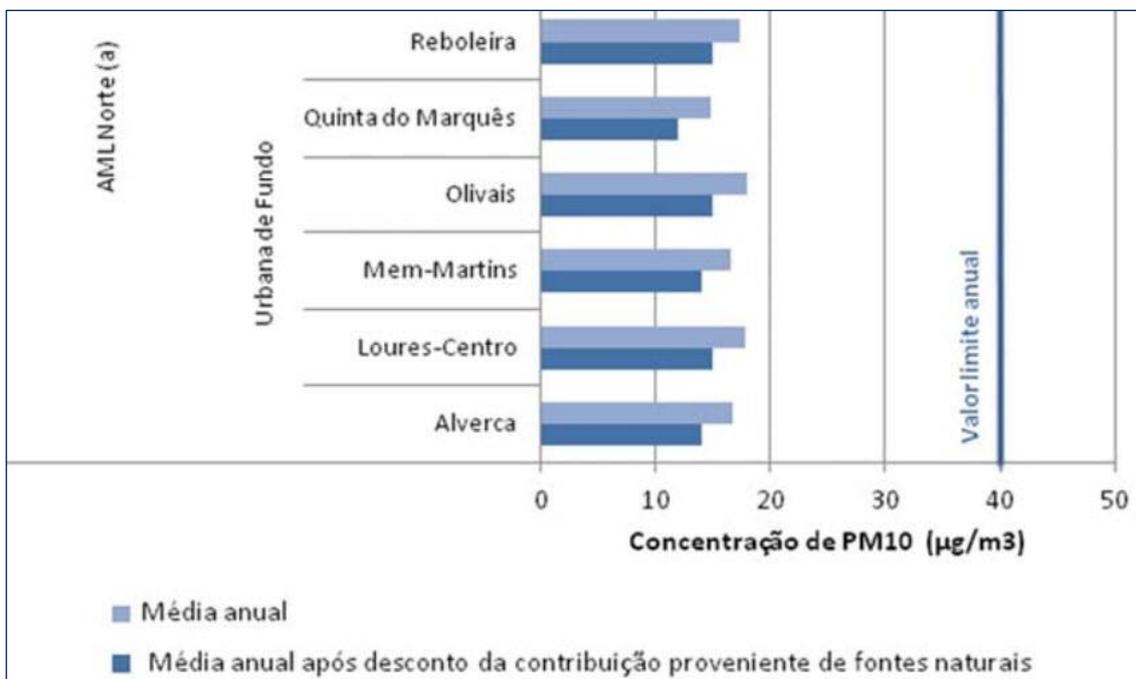


Figura 12 - Medições anuais (PM₁₀) nas estações de fundo da AML Norte em 2016. Fonte: Nogueira e Mesquita (2017)

No que respeita às concentrações de O₃, a legislação em vigor estabelece um valor alvo para proteção da saúde humana, de 120 µg/m³, que não deve ser excedido mais do que 25 dias no ano, num período médio de três anos, avaliado através da concentração máxima diária das médias de períodos de oito horas. Para este poluente é também definido um objetivo a longo prazo para proteção da saúde humana, igualmente avaliado através da concentração máxima diária das médias de períodos de oito horas, que tem por meta o cumprimento de 120 µg/m³ em todos os dias do ano.

Para este poluente estão ainda definidos um limiar de informação de 180 µg/m³ e um limiar de alerta de 240 µg/m³, ambos avaliados para valores médios horários.

Tendo em conta os limiares acima indicados, os resultados das medições disponíveis mais recentes (efetuadas em 2016), indicam que a atmosfera em Oeiras ultrapassou por vezes o limiar de informação de 180 µg/m³, tendo apresentado 1 dia com 2 médias horárias superiores a este limiar (Figura 13). Também no que respeita ao 26º máximo diário das médias de 8 hora, o valor alvo de 120 µg/m³ foi ultrapassado em 2013 (Nogueira & Mesquita, 2017)

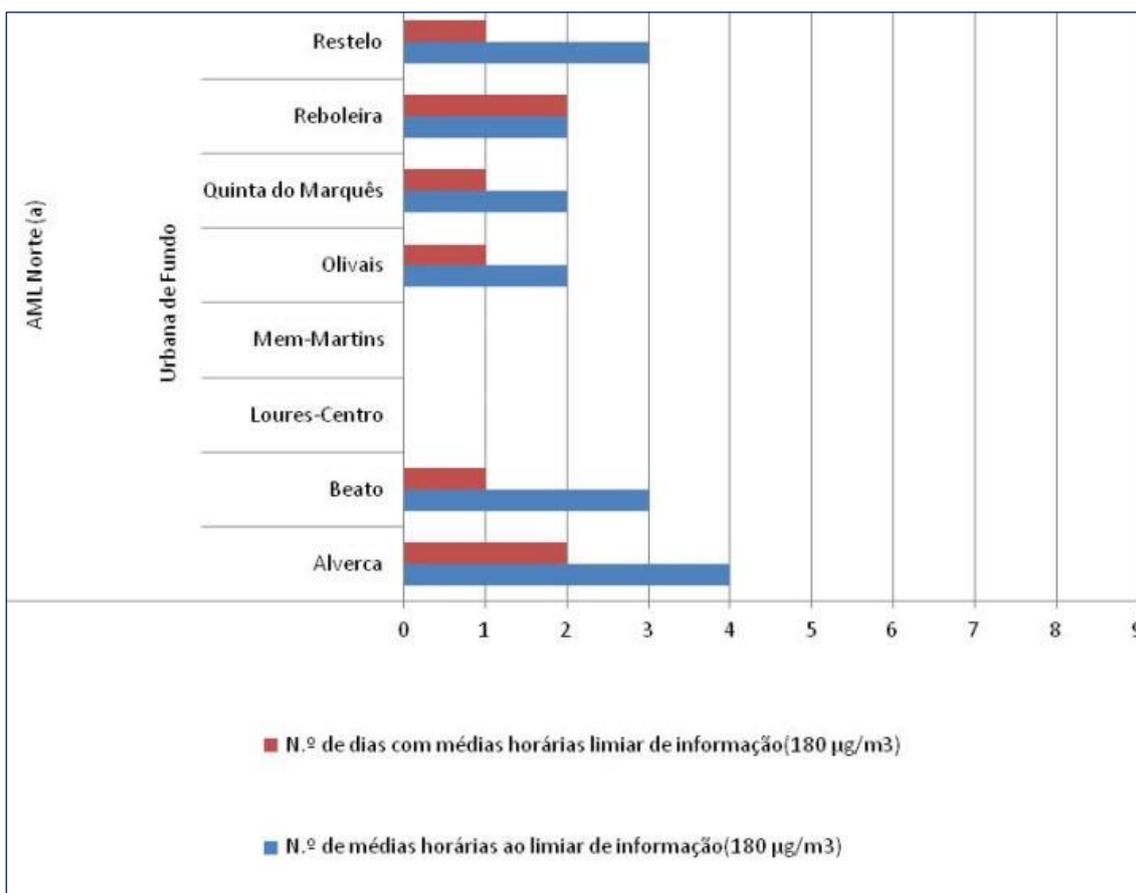


Figura 13 - Número de horas e dias com ultrapassagem do limiar de informação (180 ug/m³) do poluente O₃ em 2016 por estação. Fonte: Nogueira e Mesquita (2017)

4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES FUTURAS PARA OEIRAS

4.1. TEMPERATURAS ELEVADAS

A Tabela 2 ilustra a vulnerabilidade às temperaturas elevadas no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperatura máxima acima do limiar de 30°C, projetadas por mês, no cenário RCP4.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP4.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	3.4	2.7	5.7	5.2	1.2	0.0	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.0	0.3	3.4	8.7	7.6	11.2	12.9	2.4	0.0	0.0
2071-2100	0.0	0.0	0.1	0.8	3.0	7.3	12.4	12.3	12.8	3.4	0.0	0.0

Tabela 2 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperatura máxima acima de 30°C, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP4.5. Dados: EURO-CORDEX

A Tabela 3 ilustra a vulnerabilidade às temperaturas elevadas no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperatura máxima acima do limiar de 30°C, projetadas por mês, no cenário RCP8.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP8.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	5.3	1.0	3.9	6.2	1.4	0.0	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.1	0.9	4.7	9.1	10.3	12.8	13.8	3.5	0.0	0.0
2071-2100	0.0	0.0	0.4	2.2	10.2	19.9	21.1	24.6	25.4	8.0	0.1	0.0

Tabela 3 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperatura máxima acima de 30°C, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP8.5. Dados: EURO-CORDEX

Pela observação da evolução das anomalias percentuais de dias de *stress térmico* no município de Oeiras (Tabela 2 e Tabela 3), observa-se que a vulnerabilidade projetada para situações de ocorrência de temperaturas elevadas irá aumentar, em todos os períodos e em todos os meses do ano, exceto nos meses entre novembro e fevereiro. Este aumento será progressivamente maior ao longo do século, em ambos os cenários climáticos considerados (RCP4.5 e RCP8.5), podendo chegar a atingir um aumento de cerca de 25% de dias em *stress térmico* nos meses de agosto e setembro do período 2071-2100, e no cenário mais gravoso (RCP8.5).

4.2. DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES

4.2.1. Febre de Dengue

A Tabela 4 ilustra a vulnerabilidade à Febre de Dengue no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença, projetadas por mês, no cenário RCP4.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP4.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	3.2	2.8	7.0	6.3	1.6	0.0	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.0	0.3	4.4	7.8	7.0	10.4	14.0	3.2	0.1	0.0
2071-2100	0.0	0.0	0.1	0.7	3.4	6.6	11.5	14.3	15.1	5.6	0.0	0.0

Tabela 4 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP4.5. Dados: EURO-CORDEX

A Tabela 5 ilustra a vulnerabilidade à Febre de Dengue no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença, projetadas por mês, no cenário RCP8.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP8.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.1	0.3	2.3	6.3	4.9	7.4	10.3	3.4	0.1	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.1	0.8	5.1	8.9	13.0	14.7	18.4	6.1	0.1	0.0
2071-2100	0.0	0.0	0.4	2.1	10.0	18.9	25.9	30.5	32.7	14.5	0.6	0.0

Tabela 5 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP8.5. Dados: EURO-CORDEX

Pela observação da evolução das anomalias percentuais de dias favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue no município de Oeiras (Tabela 4 e Tabela 5), verifica-se que a vulnerabilidade projetada a esta doença irá aumentar, em todos os períodos e em todos os meses do ano, exceto nos meses entre dezembro e fevereiro. Este aumento será progressivamente maior ao longo do século, em ambos os cenários climáticos considerados (RCP4.5 e RCP8.5), podendo chegar a atingir um aumento de cerca de 33% de dias favoráveis ao

desenvolvimento desta doença no mês de setembro do período 2071-2100, no cenário mais gravoso (RCP8.5).

4.2.2. Febre do Nilo Ocidental

A Tabela 6 ilustra a vulnerabilidade à Febre do Nilo Ocidental no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença, projetadas por mês, no cenário RCP4.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP4.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.2	1.0	1.8	5.2	7.2	10.3	10.4	3.8	0.2	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.1	0.9	7.2	13.2	15.3	12.5	21.7	8.5	0.4	0.0
2071-2100	0.0	0.0	0.2	1.8	6.3	12.0	19.1	12.5	24.4	12.7	0.7	0.0

Tabela 6 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre do Nilo Ocidental, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP4.5. Dados: EURO-CORDEX

A Tabela 7 ilustra a vulnerabilidade à Febre do Nilo Ocidental no município de Oeiras, expressa através das anomalias percentuais de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento desta doença, projetadas por mês, no cenário RCP8.5, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100.

RCP8.5	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2011-2040	0.0	0.0	0.2	0.8	2.8	9.1	8.7	9.4	15.2	5.8	0.2	0.0
2041-2070	0.0	0.0	0.5	2.6	9.4	15.9	19.1	12.5	28.1	14.2	0.9	0.0
2071-2100	0.0	0.0	1.3	6.0	16.9	31.0	19.1	12.5	30.3	30.6	3.7	0.0

Tabela 7 - Evolução das anomalias mensais projetadas (%) de dias com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento da Febre do Nilo Ocidental, nos períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, cenário RCP8.5. Dados: EURO-CORDEX

Pela análise da evolução das anomalias percentuais de dias favoráveis ao desenvolvimento da Febre do Nilo Ocidental no município de Oeiras (Tabela 6 e Tabela 7), observa-se que a vulnerabilidade projetada a esta doença irá aumentar, em todos os períodos e em todos os meses do ano, exceto nos meses entre dezembro e fevereiro. Este aumento será progressivamente maior ao longo do século, em ambos os cenários climáticos considerados (RCP4.5 e RCP8.5), podendo chegar a atingir um aumento de cerca de 30% de dias favoráveis ao

desenvolvimento desta doença nos meses de junho, setembro e outubro do período 2071-2100, e no cenário mais gravoso (RCP8.5).

4.3. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Globalmente, vários estudos alertam para os impactos que as alterações climáticas têm na qualidade do ar, com destaque para o aumento dos níveis de O_3 e PM_{10} , ao longo do século XXI, como resultado do aumento das emissões antropogénicas e biogénicas de óxidos precursores do ozono troposférico e compostos orgânicos voláteis. Em Portugal, estima-se que aumente o número de dias com condições favoráveis para a produção fotoquímica, com o consequente aumento de concentração média de O_3 .

Carvalho et al (Carvalho et al., 2010) centraram-se no estudo das concentrações de O_3 e PM_{10} na Europa, com particular relevância para Portugal. Estes autores defendem a perspetiva de que as alterações climáticas, considerando o aumento da temperatura do ar, terão um impacto muito significativo nos níveis de PM_{10} em suspensão na atmosfera, bem como gerarão condições propícias para o aumento de emissões de O_3 , principalmente nos meses de julho e agosto.

Todas estas considerações remetem para a problemática das alterações climáticas, com alguns autores a considerarem que o verão excepcional de 2003 na Europa pode transformar-se em verões normais nas próximas décadas. Estima-se que 1/3 dos óbitos em excesso no verão de 2003 no Reino Unido tenham resultado de uma exposição a elevadas concentrações de O_3 e PM_{10} (Casanova et al., 2004).

Os cenários climáticos para este século, projetam um aquecimento da atmosfera, com ondas de calor mais frequentes e intensas. A este aumento da temperatura também se associarão riscos crescentes de fogos florestais e desertificação, em áreas cada vez mais vastas, e a geração e dispersão de poluição atmosférica nas áreas urbanas, relacionada com padrões locais de temperatura, vento e precipitação.

As alterações climáticas irão alterar o desenvolvimento de doenças respiratórias alérgicas, como a asma e a atopia. Desde 1960 que tem aumentado a prevalência destas doenças. Episódios de exacerbação das manifestações de rinite e asma estão relacionados com maior acumulação de O_3 ao nível do solo. As consequências ao nível do funcionamento dos pulmões, por efeito de poluentes, são determinadas pela duração da exposição, pela concentração de poluentes e pelas condições de ventilação do local onde se encontra a pessoa exposta (D'Amato et al., 2013).

Desta forma, tendo em conta o contexto de alterações climáticas, e em particular os aumentos projetados da temperatura atmosférica, é expectável que as concentrações dos poluentes avaliados possam vir a ultrapassar os limites legais para proteção da Saúde Humana mais frequentemente ao longo do século XXI, com o consequente aumento dos impactos para a saúde da população de Oeiras, não obstante à situação de vulnerabilidade relativamente reduzida que se verifica atualmente no município de Oeiras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo procurou avaliar as vulnerabilidades para o setor Saúde Humana relacionadas com a ocorrência de temperaturas elevadas, tanto direta como indiretamente, no que respeita a doenças transmitidas por vetores, a *stress* térmico e a poluição atmosférica.

- No que respeita à **ocorrência de temperaturas elevadas** (dias com temperatura máxima acima de 30°C), o aumento do número de dias com temperaturas elevadas foi acompanhado, entre 1991 e 2003, no território de Oeiras, por um incremento na taxa bruta de mortalidade, na maior parte dos anos. Verificou-se também que a vulnerabilidade atual à ocorrência de temperaturas elevadas aumenta entre maio e outubro, atingindo o seu nível máximo nos meses de julho e agosto.

Em cenários de alterações climáticas projeta-se, em geral, o aumento da magnitude desta vulnerabilidade no território de Oeiras (especialmente nos meses de maior vulnerabilidade atual) ao longo do século XXI, e em particular no cenário mais gravoso e no período do fim do século (RCP8.5/2071-2100) Projecta-se igualmente uma expansão da vulnerabilidade a dias de temperaturas elevadas para os meses adjacentes ao verão.

- No que respeita a doenças transmitidas por vetores, o surto de **Febre de Dengue** de importante magnitude, ocorrido na ilha da Madeira em 2012-2013, motivou a opção de avaliar a vulnerabilidade a esta doença, através do estudo do mosquito vetor mais relevante (espécie *Aedes aegypti*). Foi assim adotada uma metodologia baseada na coincidência de limiares de temperatura média favoráveis à presença do vetor, incubação do agente no vetor e transmissão ao Homem.

Observando-se a percentagem de dias favoráveis ao desenvolvimento da Febre de Dengue no município de Oeiras no período histórico observado de 1975-2005, verificou-se que existe vulnerabilidade a esta doença, entre maio e outubro, sendo que esta assume maior expressão nos meses de junho a setembro. Todavia, o mosquito vetor não se encontra atualmente presente no território de Oeiras, e não decorre presentemente uma situação endémica desta doença, pois não se verifica a deteção do vírus que a transmite em hospedeiros humanos ou animais.

Foi também avaliada a vulnerabilidade à Febre do Nilo Ocidental, tendo em conta que um dos vetores transmissores desta doença, o mosquito *Culex pipiens*, se encontra atualmente presente no território de Oeiras. No que respeita à vulnerabilidade atual, o período anual de maior vulnerabilidade é muito semelhante ao da Febre do Dengue, com a diferença que a percentagem de dias vulneráveis nesses meses é superior à que se verifica para a Febre de Dengue.

Em cenários de alterações climáticas projeta-se, para ambas as doenças, o aumento da magnitude desta vulnerabilidade em Oeiras (em especial nos meses em que se verifica atualmente maior vulnerabilidade) ao longo do século XXI, em particular no cenário mais gravoso e no período do fim do século (RCP8.5/2071-2100). Projeta-se igualmente uma expansão dos dias favoráveis à transmissão destas doenças para os meses adjacentes ao verão.

- **No que respeita à poluição atmosférica**, a vulnerabilidade atual da população aos poluentes analisados, dióxido de azoto (NO₂), partículas PM₁₀ e Ozono (O₃) é relativamente reduzida, pois os limiares de concentrações previstos para proteção da saúde humana de NO₂ e partículas PM₁₀ não foram ultrapassados nas medições mais recentes (referidas a 2016), e embora o limiar de alerta para o O₃ tenha sido ultrapassado nestas medições, esta situação aconteceu apenas num dia do ano. No que respeita à vulnerabilidade futura, tendo em conta as alterações climáticas projetadas, e em particular os aumentos projetados da temperatura atmosférica ao longo do século XXI, é expectável que as concentrações dos poluentes avaliados possam vir a ultrapassar frequentemente os limites legais para proteção da saúde humana ao longo do século XXI, com consequente aumento dos impactos para a saúde da população de Oeiras.

6. BIBLIOGRAFIA

- Almeida, S., Casimiro, E., & Analitis, A. (2013). Short-Term Effects of Summer Temperatures on Mortality in Portugal: A Time-Series Analysis. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 76(7), 422–428. <https://doi.org/10.1080/15287394.2013.771550>
- Anderson, G. B., & Bell, M. L. (2011). Heat Waves in the United States: Mortality Risk during Heat Waves and Effect Modification by Heat Wave Characteristics in 43 U.S. Communities. *Environmental Health Perspectives*, 119(2), 210–218. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002313>
- Baccini, M., Biggeri, A., Accetta, G., Kosatsky, T., Katsouyanni, K., Analitis, A., ... Michelozzi, P. (2008). Heat Effects on Mortality in 15 European Cities: *Epidemiology*, 19(5), 711–719. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318176bfcd>
- Cambournac, C. de E. de V. e D. I. D. F. (2017). Relatório REVIVE 2016 - Culicídeos e Ixodídeos: Rede de Vigilância de Vetores. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP. Retrieved from <http://repositorio.insa.pt/handle/10400.18/4702>
- Campbell-Lendrum, D., Manga, L., Bagayoko, M., & Sommerfeld, J. (2015). Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370, 20130552. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0552>
- Carvalho, A., Monteiro, A., Solman, S., Miranda, A. I., & Borrego, C. (2010). Climate-driven changes in air quality over Europe by the end of the 21st century, with special reference to Portugal. *Environmental Science & Policy*, 13(6), 445–458. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.05.001>
- Casanova, M. L., Bravo, A., Martinez-Palacio, J., Fernandez-Acenero, M. J., Villanueva, C., Larcher, F., ... Jorcano, J. L. (2004). Epidermal abnormalities and increased malignancy of skin tumors in human epidermal keratin 8-expressing transgenic mice. *Faseb J*, 18(13), 1556–1558. <https://doi.org/10.1096/fj.04-1683fje>
- Casimiro, E., Almeida, S., & Gomes, A. (2010). *Plano estratégico de Cascais face às alterações climáticas - Sector Saúde*.
- Cheung, S. S., Lee, J. K. W., & Oksa, J. (2016). Thermal stress, human performance, and physical employment standards. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 2)), S148–S164. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0518>
- D'Amato, G., Baena-Cagnani, C. E., Cecchi, L., Annesi-Maesano, I., Nunes, C., Ansotegui, I., ... Canonica, W. G. (2013). Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, 8(1), 12. <https://doi.org/10.1186/2049-6958-8-12>
- DGS, & APA. (2011). *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas – Grupo de Trabalho Sectorial Saúde Humana*. Amadora.
- IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, Q. Dahe, D. J. Dokken, K. L. Ebi, ... P. M. Midgley, Eds.). First Joint Session of Working Groups I and II.

- Li, T., Ban, J., Horton, R. M., Bader, D. A., Huang, G., Sun, Q., & Kinney, P. L. (2015). Heat-related mortality projections for cardiovascular and respiratory disease under the changing climate in Beijing, China. *Scientific Reports*, 5. <https://doi.org/10.1038/srep11441>
- Loughnan, M., Nicholls, N., & Tapper, N. J. (2012). Mapping Heat Health Risks in Urban Areas. *International Journal of Population Research*, 2012, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2012/518687>
- Malmqvist, E., Oudin, A., Pascal, M., & Medina, S. (2018). Choices Behind Numbers: a Review of the Major Air Pollution Health Impact Assessments in Europe. *Current Environmental Health Reports*, 5(1), 34–43. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0175-2>
- Nogueira, L., & Mesquita, S. (2017). *Avaliação da Qualidade do Ar na região de Lisboa e Vale do Tejo em 2016*. Lisboa.
- Nunes, A., Silva, A., Baptista, M., Valente, C., Magalhães, M., Antunes, L., & Araújo, D. (2014). *Surto de dengue na Madeira: o contexto, a vigilância epidemiológica e entomológica. Saúde em Números*. Retrieved from <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/portugal-saude-em-numeros-n-2.aspx>
- PLS. (2016). *Perfil Local de Saúde 2016 ACeS Lisboa Ocidental/Oeiras*.
- Requia, W. J., Adams, M. D., Arain, A., Papatheodorou, S., Koutrakis, P., & Mahmoud, M. (2018). Global Association of Air Pollution and Cardiorespiratory Diseases: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Investigation of Modifier Variables. *American Journal of Public Health*, 108(Suppl 2), S123–S130. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.303839>
- RPS. (2015). *PLANO NACIONAL DE SAÚDE E ESTRATÉGIAS LOCAIS DE SAÚDE - Resenha dos Planos de Saúde: Nacional - Regionais - Locais*.
- Samy, A. M., Elaagip, A. H., Kenawy, M. A., Ayres, C. F. J., Peterson, A. T., & Soliman, D. E. (2016). Climate Change Influences on the Global Potential Distribution of the Mosquito *Culex quinquefasciatus*, Vector of West Nile Virus and Lymphatic Filariasis. *PLOS ONE*, 11, e0163863. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163863>
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D. D., Honda, Y., Liu, Q., ... Sauerborn, R. (2014). Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In C B Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *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 of Climate Change* (pp. 709–754). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- SNS. (2016). *Manual de acolhimento ACES Lx Ocidental e Oeiras*.
- Walker, J. (n.d.). When air is the same temperature as our body, why do we feel hot? *Scientific American*.

7. FICHA TÉCNICA

Título

Plano Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Oeiras (PMAACO) – Relatório Recursos Hídricos sobre vulnerabilidades climáticas

Coordenação Científico/Executiva

Luís Filipe Dias (CCIAM/ce3c/FCUL)

Coordenação Não Executiva

Filipe Duarte Santos (CCIAM/ce3c/FCUL)

Equipa Técnica

CCIAM/Ce3C/FCUL:

Amandine Pastor (Recursos Hídricos)
Ana Lúcia Fonseca (Caracterização Socioeconómica)
André Oliveira (Saúde Humana, Segurança Pessoas e Bens)
Bruno Aparício (Clima, Economia)
Helena Santos (Agricultura e Segurança Alimentar)
Inês Morais (Recursos Hídricos)
João Pedro Nunes (Recursos Hídricos)
Luís Filipe Dias (Clima, Recursos Hídricos, Ordenamento do Território, Economia)
Ricardo Coelho (Energia e Segurança Energética, Transportes e Vias de Comunicação)
Sidney Batista (Clima)
Tomás Calheiros (Fogos Florestais)

eChanges/Ce3C/FCUL:

Cristina Branquinho (Biodiversidade)
Filipa Grilo (Biodiversidade)
Pedro Pinho (Biodiversidade)
Alexandra Oliveira (Biodiversidade)
Ana Luz (Biodiversidade)

IDL/FCUL:

Rui Taborda (Orla Ribeirinha)
César Andrade (Orla Ribeirinha)
Andreia Marques Ferreira (Orla Ribeirinha)

CEF/ISA/UL:

José Lima-Santos (Agricultura e Segurança Alimentar)

Superlative Numbers:

Frank Braunschweig (Recursos Hídricos)