

PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS DE OEIRAS

RELATÓRIO SETORIAL: SEGURANÇA DE PESSOAS E BENS

Autor: André Oliveira, Tomás Calheiros | CCIAM/Ce3C/FCUL
Contributos: Bruno Aparício, Luís Dias | CCIAM/Ce3C/FCUL

Índice

1. Contexto.....	4
1.1. Perspetiva e diagnóstico do setor	4
2. Desenvolvimento.....	6
2.1. Variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor	6
2.1.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas.....	6
2.1.2. Ondas de frio e dias muito frios	6
2.1.3. Tempestades (vento).....	7
2.1.4. Cheias e inundações.....	7
2.1.5. Inundações e galgamentos costeiros	8
2.1.6. Incêndios florestais	8
2.1.7. Avaliação multirrisco.....	9
2.2. Avaliação das vulnerabilidades e modelação de impactos.....	10
2.2.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas.....	10
2.2.2. Ondas de frio e dias muito frios	11
2.2.3. Tempestades (vento).....	11
2.2.4. Cheias e inundações.....	12
2.2.5. Incêndios florestais	12
2.2.7. Avaliação multirrisco.....	15
3. Vulnerabilidades climáticas atuais para Oeiras	17
3.1. Identificação de impactos climáticos	17
3.1.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas.....	17
3.1.2. Ondas de frio e dias muito frios	18
3.1.3. Tempestades (vento).....	19
3.1.4. Cheias e inundações.....	20
3.1.5. Incêndios florestais	21
3.1.6. Avaliação multirrisco.....	24
4. Impactos e vulnerabilidades futuras para Oeiras.....	29
4.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas.....	29
4.2. Ondas de frio e dias muito frios	31
4.3. Tempestades (vento)	31
4.4. Cheias e inundações.....	31

4.5. Incêndios florestais	33
4.6. Avaliação multirrisco	37
5. Considerações finais	39
6. Bibliografia	41
7. Anexos	44
8. Ficha técnica	55

1. CONTEXTO

No contexto do setor da Segurança de Pessoas e Bens, a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA 2020) indica que as medidas de adaptação face às alterações climáticas se devem desenrolar em duas principais linhas de atuação. Em primeiro lugar, esta estratégia foca-se em vários aspetos do planeamento de emergência, tais como na avaliação de vulnerabilidades, para divulgação e capacitação dos vários agentes e da população acerca das alterações climáticas e seus impactos; na integração da componente de adaptação às alterações climáticas nos planos de emergência de proteção civil e nos instrumentos de gestão territorial, baseando-se em cartografia de risco, com vista à redução da vulnerabilidade aos riscos climáticos; e na identificação de boas práticas. A segunda linha de atuação centra-se na resposta à emergência sob vários ângulos de análise: no redimensionamento das estruturas com a adaptação de meios e recursos para os tornar capazes de fazer face aos impactos das alterações climáticas; na formação das equipas de intervenção; e na identificação de boas práticas (APA, 2015).

O município de Oeiras, através do seu Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Oeiras (CMO, 2010a), identificou vulnerabilidades do município a fenómenos climáticos e eventos influenciados pelo clima, nomeadamente: Ondas de Calor; Temperatura Elevada; Vagas de Frio e Dias de Geadas; Tempestades (vento); Cheias e Inundações; Inundações e Galgamentos Costeiros; e Incêndios Florestais. Em linha com o documento referido, o presente relatório caracteriza, para condições de clima atual e futuro, a ocorrência de eventos extremos de temperatura (ondas de calor e ondas de frio, dias com temperatura elevada e dias muito frios), de tempestades de vento, de cheias e inundações, inundações e galgamentos costeiros e incêndios florestais. Algumas destas variáveis foram posteriormente recalculadas para o desenvolvimento de uma avaliação multirrisco, que tem em conta a localização dos pontos críticos no município: Serviços de Saúde, Serviços de emergência e proteção civil, Serviços de apoio à população idosa, Serviços educativos, e Serviços da administração central e local.

1.1. PERSPETIVA E DIAGNÓSTICO DO SETOR

As alterações no clima constituem um fator a ter em conta no setor da Segurança de Pessoas e Bens. Muitos dos impactos associados às alterações climáticas exacerbam ou alteram ameaças já existentes, como aquelas associadas a eventos extremos, inundações e secas (Sperling e Szekely, 2005).

Os cenários de alterações climáticas projetados para Portugal tornam necessário um esforço de adaptação do Sistema de Proteção Civil face à probabilidade do aumento da ocorrência de eventos meteorológicos extremos, na medida em que poderá ocorrer um aumento de fenómenos em que a segurança de pessoas e bens seja colocada em causa.

No que respeita às vulnerabilidades climáticas para a segurança e pessoas e bens, torna-se assim necessária uma análise focada nas características específicas do território do município de Oeiras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. VARIÁVEIS E PARÂMETROS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA O SETOR

Pretende-se aqui estabelecer um ponto de situação relativamente ao peso atual e futuro de um conjunto de vulnerabilidades consideradas prioritárias para este setor e no que respeita ao modo de resposta atual do Sistema de Proteção Civil ao nível municipal face a essas vulnerabilidades. As vulnerabilidades foram previamente identificadas no Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Oeiras (PMEPCO) (CMO, 2010), nomeadamente: Ondas de Calor, Temperatura Elevada, Ondas de frio e Dias de Geada, Tempestades (Vento), Cheias e Inundações, Inundações e Galgamentos Costeiros e Incêndios Florestais.

2.1.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas

Os impactos mais relevantes das ondas de calor fazem-se sentir na saúde da população, sendo que contribuem igualmente para a criação de condições propícias à propagação de incêndios florestais. Existe atualmente um crescente reconhecimento de que a exposição ao calor extremo se encontra associada com o aumento da mortalidade (Loughnan et al., 2012).

De acordo com as projeções para as tendências climáticas em Portugal, as alterações climáticas globais levarão à intensificação das ondas de calor, as quais serão mais intensas e frequentes, associadas a verões mais quentes e invernos mais amenos (ANPC, 2016a). Todavia, 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. Desta forma, os efeitos das ondas de calor representam apenas uma fração do impacto total do calor na saúde (Smith et al., 2014), pelo que a ocorrência de episódios isolados de temperaturas elevadas é igualmente tida em conta no domínio da proteção civil.

2.1.2. Ondas de frio e dias muito frios

De forma similar às ondas de calor, também as ondas de frio podem ter consequências na saúde e no conforto dos indivíduos. As ondas de frio podem ser causa de morte, por hipotermia, sobretudo nos idosos, crianças e pessoas mais desprotegidas (ANPC, 2016b). Quando exposto a baixas temperaturas, o corpo humano pode perder calor mais rapidamente que o produzido, o que o leva a utilizar a energia armazenada, podendo levar a uma situação de hipotermia, condição definida como uma temperatura corporal inferior a 35°C. A exposição a estas temperaturas faz com que veias e as artérias se estreitem (vasoconstrição) e o sangue se torne mais viscoso, aumentando a carga de trabalho cardíaco e levando a muitas das tensões cardiovasculares que acontecem nas situações de exposição ao calor. Para além de aumentar o *stress* sobre o coração e outros órgãos, o deficiente fluxo sanguíneo e a diminuição da atividade metabólica, devido a baixas temperaturas, podem afetar o cérebro, tornando a vítima incapaz de pensar com clareza ou de se mover bem. E, embora as situações de hipotermia sejam mais

frequentes em temperaturas extremamente baixas, podem também ocorrer muito acima de 0°C, se uma pessoa ficar gelada devido à chuva, suor ou imersão em água fria. De um modo geral, as pessoas com maior risco de doença ou morte por exposição a baixas temperaturas são aquelas com menor capacidade de regular a sua temperatura corporal devido à idade, as que apresentam condições de saúde pré-existentes ou doenças crónicas, e as que tenham hábito de consumo de álcool ou drogas (Seltenrich, 2015).

A presença de condições deficientes de habitação constitui também um fator importante a ter em conta. A incapacidade de aquecer devidamente a habitação leva a uma exposição prolongada a baixas temperaturas, que pode constituir (para além do desconforto térmico) uma causa de morte nos grupos especialmente vulneráveis da população, tais como idosos, em especial devido a patologias cardiovasculares (Oliveira et al., 2016).

2.1.3. Tempestades (vento)

As tempestades de vento podem levar a danos estruturais, inundações e sobrelevação meteorológica (*Storm Surge*), as quais podem ser causadas pelo próprio vento (em particular rajadas curtas) ou por forte precipitação associada. Estes eventos podem ter grandes impactos na saúde humana e em sistemas vulneráveis, tais como florestas, infraestruturas de transporte e de energia. A ocorrência de tempestades foi a vulnerabilidade que mais custos causou em termos de perdas seguradas na Europa, entre 1980 e 2015, ficando em segundo lugar nas perdas em geral e em quarto lugar no número de perdas humanas. As regiões europeias mais afetadas foram o noroeste, oeste e norte, em particular as regiões próximas do litoral (Europæiske, 2017).

2.1.4. Cheias e inundações

As inundações fluviais são um fenómeno natural que tem contribuído para moldar a zona ripícola e as planícies de inundação ao longo do tempo. Episódios de precipitação prolongada e/ou forte e o degelo podem, por si só ou de forma combinada, gerar inundações fluviais em que o nível da água se eleva muitos metros acima do normal, inundando áreas adjacentes. Os atuais sistemas fluviais na Europa, tal como noutras partes do mundo, encontram-se fortemente alterados face ao seu estado natural. Ao longo dos últimos mil anos, e mais significativamente no século XX, as zonas ripícolas e as planícies de inundação foram cada vez mais alteradas pela atividade humana. Estas alterações aumentam o risco de danos económicos, resultado dos danos de inundações pluviais nas infraestruturas, instalações industriais, propriedades e terras agrícolas e de perdas de produção (por danos nas infraestruturas de transporte ou energia). De facto, espera-se que as inundações se venham a tornar a tipologia de desastre natural mais cara na Europa. Estas inundações também podem levar à perda de vidas humanas, deslocamento de pessoas e danos no património cultural. Os níveis de poluição aumentam frequentemente, podendo ter efeitos adversos na saúde humana, por exemplo através da contaminação de produtos agrícolas e águas balneares, ou da poluição do abastecimento de água potável (Europæiske, 2017).

2.1.5. Inundações e galgamentos costeiros

A análise da vulnerabilidade, atual e futura, a inundações e galgamentos costeiros encontra-se desenvolvida em detalhe no relatório do setor Orla Ribeirinha, pelo que, neste contexto, se recomenda a sua leitura.

2.1.6. Incêndios florestais

É expectável que as alterações climáticas influenciem os regimes e riscos de incêndio florestal na Europa. Na verdade, existem evidências de que, num clima mais quente, as condições climáticas se tornem mais severas, se expandam as áreas propensas a incêndios, e venham provavelmente a ocorrer na Europa épocas de incêndio mais longas. Além disso, é expectável que os impactos dos incêndios florestais sejam mais significativos nos países do sul da Europa e nos ecossistemas propensos ao fogo (Europäische, 2017).

O clima e as condições meteorológicas são dos fatores mais importantes no regime de fogos e podem estar a ser modificados devido às alterações climáticas provocadas pelo Homem (Flannigan et al., 2005). Para alguns autores, estes fatores são mesmo considerados mais importantes do que as características do material combustível e o tipo de terreno na simulação de áreas ardidas (Cary et al., 2006). O regime de fogo define-se como um conjunto de atributos da ocorrência e desenvolvimento dos fogos, num dado ecossistema ou região. Estes incluem a distribuição e variabilidade espaço-temporal dos fogos, a extensão e duração do fogo, a intensidade e sazonalidade, a data de ocorrência e a previsibilidade, as espécies vegetais e combustíveis envolvidos. As condições meteorológicas têm um papel importante em diferentes fases dos fogos, desde a ignição (trovoadas) até à propagação (vento, temperatura e humidade relativa) e extinção (precipitação). Dependendo das condições atmosféricas e do material combustível (tipo e estado da vegetação, conteúdo de humidade), o foco de ignição pode originar um fogo rural (Ventura e Vasconcelos, 2006).

Em Portugal, a distribuição espacial e temporal dos fogos apresenta padrões de agrupamento. O padrão temporal é caracterizado pela época de fogos no verão e um pico secundário na primavera, influenciados pelo clima e ocorrência de condições meteorológicas (Pereira et al., 2005; Trigo et al., 2006). O padrão espacial revela dois regimes de fogo diferentes, um a norte e outro a sul do rio Tejo, associados a diferentes características biofísicas e humanas (Parente et al., 2016; Pereira et al., 2015). A situação sinóptica mais propícia à ocorrência de grandes fogos rurais consiste no alongamento do anticiclone dos Açores para a Europa Central, estando ligado a um centro de altas pressões situado no Mediterrâneo, formando uma crista anticiclónica sobre a Península Ibérica. Este posicionamento possibilita uma circulação atmosférica dominada por uma forte componente meridional, com advecção de ar muito quente e seco do norte de África, que é ainda mais aquecido ao atravessar o interior da Península, provocando um aumento substancial da temperatura do ar, níveis de humidade relativa muito baixos e vento de leste. Estas condições contrastam com a situação típica de verão em Portugal que se caracteriza por

ventos de noroeste no litoral oeste, com temperatura do ar mais baixa, em especial no litoral. Por vezes, esta situação permanece por mais de 6 dias, originando uma onda de calor, e aumentando consideravelmente o risco de incêndio (Pereira et al., 2005).

2.1.7. Avaliação multirrisco

Para além das vulnerabilidades indicadas anteriormente, procedeu-se à avaliação combinada de ondas de calor e temperaturas elevadas, cheias e inundações e inundações costeiras. Neste contexto, a avaliação incidiu sobre as seguintes infraestruturas, entendidas como pontos críticos: Serviços de Saúde, Serviços de emergência e proteção civil, Serviços de apoio à população idosa, Serviços educativos, e Serviços da administração central e local. A sua localização destas infraestruturas pode ser observada na Figura 1.

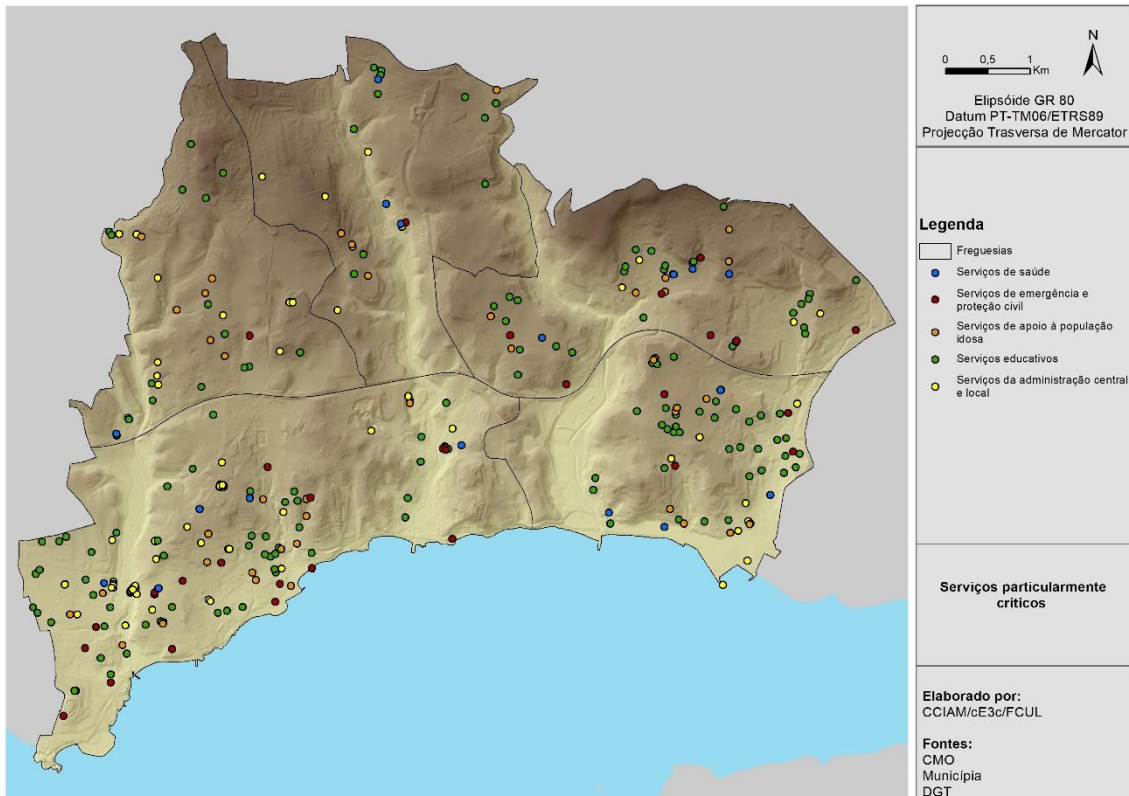


Figura 1 - Localização das infraestruturas avaliadas por análise multirrisco

Estas infraestruturas encontram-se dispersas por todo o território municipal.

2.2. AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES E MODELAÇÃO DE IMPACTOS

2.2.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas

Oeiras encontra-se na transição entre um clima temperado com verão seco e quente, e um clima temperado com verão seco e temperado. Todavia, apesar do seu clima ser relativamente ameno, existem registos de temperaturas a rondar os 38°C nos meses mais quentes, no que respeita a valores extremos. No âmbito do PMEPCO, foi realizada uma avaliação da vulnerabilidade atual à ocorrência de ondas de calor e situações de temperatura elevada. Esta obedeceu a critérios que divergem da definição corrente do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), e utilizou valores diários recolhidos pela estação meteorológica de Sassoeiros, para o período 1981-1993. Os limiares utilizados resultaram da adaptação do critério da Direção-Geral da Saúde (DGS) para a emissão de um alerta amarelo, sendo que para a identificação de dias quentes se considera a temperatura máxima igual ou superior a 32°C e temperatura mínima igual ou superior a 24°C; para a definição de episódios quentes consideram-se dias isolados ou sequências de dias definidos pelos mesmos limiares. Foi também tido em conta que, embora a ocorrência de episódios de calor seja, acima de tudo, de abrangência regional, as características da ocupação do solo, como a densidade de urbanização ou a existência de manchas florestais, e a proximidade do mar, agravam ou atenuam localmente os seus efeitos. Desta forma, tendo em conta a ocupação do solo e a temperatura do ar, considerou-se que a suscetibilidade atual às ondas de calor no concelho de Oeiras é “Moderada” nas áreas urbanas, e “Baixa” nas áreas com menor densidade de ocupação urbana ou quando outro tipo de ocupação é dominante; considera-se ainda suscetibilidade como “Muito Baixa” nas áreas com ocupação predominantemente “Florestal”. Estas áreas encontram-se também ilustradas em cartografia disponibilizada no âmbito PMEPCO (CMO, 2010).

De forma complementar à avaliação realizada no âmbito do PMEPCO, optou-se por analisar a vulnerabilidade, atual e futura, a ondas de calor e temperaturas elevadas, recorrendo ao cruzamento das cartografias do número de ondas de calor e duração média (dias) das ondas de calor, no período 1971-2000 e o Atlas Urbano de 2012 (EEA, 2012). A metodologia utilizada na produção da cartografia do número de ondas de calor e duração média (dias) das ondas de calor pode ser consultada no relatório do setor Economia.

Para as análises efetuadas, recorreu-se aos seguintes dados:

- Número de ondas de calor, no período 1971-2000, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias do número de ondas de calor, nos períodos 2011-2040 (cenário RCP4.5), 2041-2070 e 2071-2100 (cenário RCP8.5), EURO-CORDEX (2018);
- Duração média (dias) das ondas de calor, no período 1971-2000, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias da duração média (dias) das ondas de calor, nos períodos 2011-2040 (cenário RCP4.5), 2041-2070 e 2071-2100 (cenário RCP8.5), EURO-CORDEX (2018);
- Uso e ocupação do solo, a partir do Atlas Urbano de 2012 (EEA, 2012).

2.2.2. Ondas de frio e dias muito frios

Apesar do perfil climático relativamente ameno de Oeiras, registaram-se no passado dias com temperaturas inferiores a 0°C nos meses de janeiro e fevereiro, no que respeita a valores extremos. Todavia, embora os episódios de frio sejam frequentes no concelho de Oeiras, estes têm geralmente uma duração e intensidade reduzidas, beneficiando da sua proximidade ao mar (CMO, 2010). No âmbito do PMEPCO, foi realizada uma avaliação da vulnerabilidade atual à ocorrência de ondas de frio. Esta utilizou valores diários obtidos a partir da estação meteorológica de Sassoeiros, para o período 1981-1993. Recorreu ao limiar de frio utilizado pelo IPMA para emissão de alerta amarelo no distrito de Lisboa, em conjugação com um limiar de frequência da temperatura máxima diária. Considerou, para a identificação de dias frios, aqueles com temperatura mínima igual ou inferior a 3°C, e temperatura máxima inferior ao percentil 20; e para definição de episódios frios, a ocorrência de dias isolados ou sequências de dias definidos com recurso a estes limiares. Assim, em termos de distribuição espacial, a suscetibilidade à ocorrência de “ondas de frio” foi considerada, de um modo geral, “Moderada” e “Baixa” nas áreas urbanas. Estas áreas encontram-se também identificadas em cartografia disponibilizada no PMEPCO (CMO, 2010).

De forma complementar à avaliação realizada no âmbito do PMEPCO, analisou-se a vulnerabilidade atual e futura a ondas de frio e dias muito frios, recorrendo ao cruzamento das cartografias do número de ondas de frio e da duração média (dias) das ondas de frio, no período 1971-2000, e o Atlas Urbano de 2012. A metodologia utilizada que agrega as cartografias do número de ondas de frio e da duração média (dias) das ondas de frio, pode ser consultada no relatório do setor Economia.

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

- Número de ondas de frio, no período 1971-2000, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias do número de ondas de frio, EURO-CORDEX (2018);
- Duração média (dias) das ondas de frio, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias da duração média (dias) das ondas de frio, EURO-CORDEX (2018);
- Ocupação do solo, obtida a partir do Atlas Urbano de 2012 (EEA, 2012).

2.2.3. Tempestades (vento)

A avaliação da vulnerabilidade atual e futura a tempestades (vento) foi efetuada com recurso à consulta de elementos bibliográficos, tendo sido utilizadas publicações e dados disponíveis.

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

- Número de árvores caídas por freguesia do município de Oeiras, 2006-2010, obtida a partir do PMEPCO (CMO, 2010).

2.2.4. Cheias e inundações

A avaliação desta vulnerabilidade na atualidade foi efetuada, numa primeira fase, com recurso à consulta de elementos bibliográficos, tendo sido utilizadas publicações e dados disponíveis. De forma complementar aos elementos obtidos através de consulta bibliográfica, recorreu-se também a uma metodologia idêntica à que foi empregue no setor dos recursos hídricos, para avaliar as vulnerabilidades climáticas atuais e futuras a cheias e inundações para o setor da Segurança de Pessoas e Bens, identificadas através da modelação de impactos. Desta forma, na modelação de cheias e inundações foram determinados níveis de perigosidade para as áreas limítrofes aos cursos de água, que decorrem de eventos de precipitação extrema.

2.2.5. Incêndios florestais

Para monitorizar as condições atmosféricas que influenciam os fogos foram criados índices, tais como o do Sistema Canadano, que é constituído por um conjunto de índices qualitativos e/ou quantitativos do potencial do fogo em cada um dos principais tipos de combustíveis da floresta, que são depois utilizados numa grande variedade de atividades de gestão (Canadian Forest Service, 2018). O Sistema de Indexação de Risco de Incêndio da Floresta do Canadá (CFFWIS, na sigla original) utiliza a informação meteorológica para calcular um conjunto de índices de fogo que têm levado a bons resultados em todo o mundo, sendo utilizado para modelar a atividade do fogo e ajudar na prevenção e supressão (Flannigan et al., 2013, 2016). Os três primeiros componentes deste sistema: o Índice de Humidade dos Combustíveis Finos (FFMC), o Índice de Humidade da Camada Orgânica (DMC) e o Índice de Seca (DC), procuram estimar a humidade média presente nos combustíveis finos, material em decomposição e camadas orgânicas (húmus) do solo. Os efeitos do vento são depois adicionados ao FFMC criando o *Initial Spread Index* (ISI) que avalia a propagação do fogo. Os dois restantes códigos para calcular a humidade do combustível (DMC e DC) são combinados para produzir o *Build Up Index* (BUI) que calcula a quantidade de material combustível disponível. O BUI é então combinado com o ISI para produzir o *Fire Weather Index* - FWI (Figura 2).

Apesar de ser um índice numérico de classificação da intensidade do fogo, o FWI depende apenas das condições meteorológicas e não considera diferenças no risco, combustível ou topografia. As variáveis meteorológicas necessárias ao cálculo do FWI diário são temperatura do ar (em graus Celsius), humidade relativa (em percentagem), velocidade do vento (em km/h) e a precipitação acumulada nas 24 horas anteriores (em mm), sendo todas as variáveis registadas ao meio-dia (Canadian Forest Service, 2018).

Estudos realizados no passado confirmaram o FWI como eficiente na classificação do risco de incêndio (van Wagner e Picket, 1985; van Wagner, 1987), sendo também especialmente adequado para a previsão do risco de incêndio em Portugal, durante o verão (Viegas et al., 1999). Este índice é utilizado desde 1998 pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) para produzir mapas de risco de incêndio.

O FWI é um índice de risco meteorológico de incêndio indicado para áreas florestadas, mas o *Daily Severity Rating* (DSR), por refletir os esforços necessários à extinção de um fogo rural, é considerado um índice de risco mais adequado (Canadian Forest Service, 2018). O DSR é uma função do FWI, especialmente concebida para estimar os comportamentos médios, quer para um período de tempo num determinado local (média temporal), quer para toda uma região num determinado instante (média espacial). Por estas razões, decidiu-se utilizar o DSR neste trabalho.

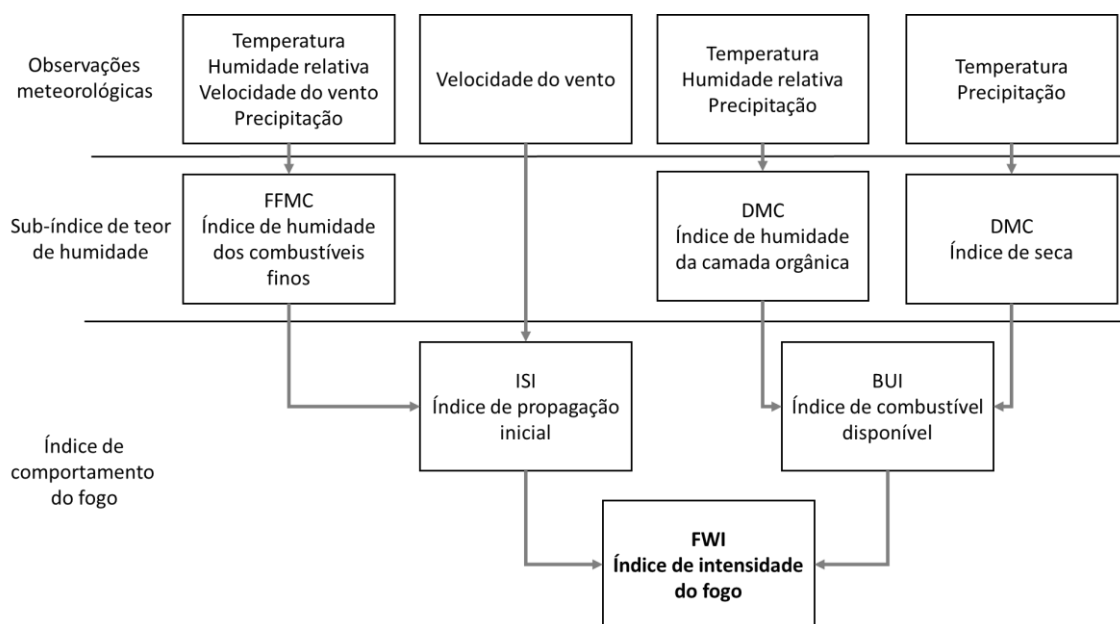


Figura 2 - Componentes do Sistema de Indexação de Risco de Incêndio Florestal Canadiano. Fonte: Durão e Corte-Real (2006)

Os dados meteorológicos para o período atual foram obtidos do Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMFW, sigla original), mais concretamente do projeto ERA-Interim, e referem-se a uma reanálise atmosférica que se inicia em 1979 até ao presente, baseado num sistema de assimilação lançado em 2006. O ERA-Interim inclui análises temporais de 12 horas e espaciais de 80 km, com 60 níveis verticais, desde a superfície até à alta atmosfera (ECMWF, 2018).

Para o cálculo do risco de incêndio selecionaram-se as variáveis meteorológicas de temperatura do ar a 2 metros, a temperatura do ponto de orvalho a 2 metros, a velocidade do vento a 10 metros (componente meridional e zonal) e a precipitação acumulada em 24 horas, para o período compreendido entre janeiro de 1979 e outubro de 2017. A humidade relativa do ar também foi acrescentada à base de dados, utilizando a temperatura do ponto de orvalho e a temperatura do ar, de acordo com a fórmula de Magnus. A base de dados foi definida numa grelha de 0.125°x0.125° de latitude/longitude. As médias mensais foram calculadas nos pontos da grelha escolhidos e, depois, foram calculadas as médias climatológicas de todas as variáveis, para o período 1981-2010. Os dados meteorológicos (reanálises) foram utilizados para calcular os valores diários dos índices FWI e DSR. O artigo *Equations and Fortran Program for the*

Canadian Forest Fire Weather Index System (Van Wagner e Pickett, 1985) fornece uma descrição exaustiva do método de cálculo destes índices.

De modo a permitir a análise do risco de incêndio dentro do período de referência e a sua evolução ao longo do século, no período do ano onde o risco é geralmente maior e onde é geralmente menor, procedeu-se à análise do mesmo dentro e fora do Período de Nível Reforçado IV. Esta designação é referente ao período de maior probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, que ocorre entre 1 de julho e 30 de setembro (antiga fase Charlie), sendo a fase com mais meios de combate disponíveis (ANPC, 2017). Este período foi definido pela Diretiva Operacional Nacional nº 2, do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais e publicada em 2018 pela Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Para além do risco de incêndio DSR, procedeu-se ainda à quantificação do número de dias extremos. Os dias extremos foram definidos como sendo aqueles em que o DSR é superior ao Percentil 90 do Nível Reforçado IV no período de referência (i.e. 1981-2010), representando dias com o risco de incêndio particularmente elevado.

O risco de incêndio é usualmente dividido em classes, para uma melhor interpretação por parte do público em geral e das autoridades. A tabela seguinte foi originalmente criada pelo Sistema Europeu de Informação de Fogos Florestais (EFFIS, na sigla em inglês), que classifica o risco de incêndio em 6 classes, de acordo com o valor de FWI (EFFIS, 2018). Como neste trabalho se utiliza o DSR, a Tabela 1 foi adaptada para os valores do DSR.

Classes de Risco	DSR
Muito baixo	< 0.50
Baixo	0.50 – 1.96
Moderado	1.96- 6.11
Alto	6.11- 17.01
Muito alto	17.01 – 27.65
Extremo	≥ 27.65

Tabela 1 - Classes de risco de incêndio

Após a análise da vulnerabilidade atual a fogos florestais, pretendeu-se também estudar as possíveis modificações no clima futuro.

Para tal, foram obtidos 11 modelos do EURO-CORDEX, para o cenário do clima atual (histórico), no período 1976-2005; e dois cenários do clima futuro (RCP4.5 e RCP8.5), para o período 2011-2100 (Tabela 2). Os 11 modelos possuem a mesma grelha, com 0.11° (cerca de 12.5 km) de resolução (EURO-CORDEX, 2018), tendo sido utilizados em Portugal pelo IPMA, em 2015, que construiu o Portal do Clima com 9 dos 11 modelos selecionados (IPMA, 2018).

Para o cálculo do DSR é aconselhável utilizar os valores registados ao meio-dia, mas, uma vez que os dados CORDEX não disponibilizam dados horários (com 12 ou 6 horas de intervalo, por exemplo), considerou-se os valores médios ou máximos diários. O estado da arte indica que se

obtêm bons resultados utilizando máximos ou médios diários da temperatura e valores médios da humidade relativa e da velocidade do vento (Carvalho et al., 2009; Giannakopoulos et al., 2009; Moriondo et al., 2006). O valor da precipitação utilizado corresponde ao valor acumulado diário, mas é medida às 0h em vez das 12h.

Em três dos 11 modelos, não foi possível retirar obter a humidade relativa do ar, sendo que foi necessário utilizar a pressão atmosférica, a humidade específica e a temperatura média do ar, de acordo com a fórmula de Magnus. As médias mensais foram calculadas, tendo sido posteriormente calculadas as médias climatológicas de todas as variáveis meteorológicas, para o período atual (1976-2005) e para o período de final do século (2071-2100).

Modelo Global	Modelo Regional
ICHEC-EC-EARTH	KNMI-RACMO22E
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM 4-8-17
	SMHI-RCA4
ICHEC-EC-EARTH	CLMcom-CCLM 4-8-17
	SMHI-RCA4
	DMI-HIRHAM5
MOHC-HadGEM2-ES	SMHI-RCA4
IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS-WRF 3.3.1
	SMHI-RCA4
MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM 4-8-17
	SMHI-RCA4

Tabela 2 - Modelos utilizados para a caracterização do risco de incêndio. O modelo regional é forçado pelo modelo global

Para lidar com o viés de cada modelo (i.e., a diferença entre o modelo e a realidade nas simulações para o clima atual), calculou-se a anomalia do risco de incêndio (DSR) da média climatológica de cada mês, para cada um dos cenários futuros (RCP4.5 ou RCP8.5) e o cenário histórico de cada modelo. Posteriormente, foi calculado o percentil 50 das 11 anomalias, correspondentes a cada modelo, e adicionou-se este valor ao observado (calculado anteriormente com os dados ERA-Interim) para se obter o valor do DSR sob os dois cenários de clima futuros. Este método não elimina totalmente o erro de cada modelo, contudo, reduz substancialmente o mesmo. Este processo foi igualmente efetuado para o cálculo do número de dias extremos no clima futuro.

2.2.7. Avaliação multirrisco

A metodologia utilizada para a avaliação multirrisco é idêntica à utilizada no âmbito do setor Economia, pelo que se recomenda a sua leitura para mais informação.

A execução das análises efetuadas neste âmbito, resultam do cruzamento do índice agregado de perigosidade, desenvolvido no referido setor, com os elementos expostos entendidos como pontos críticos.

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

- Número de ondas de calor, no período 1971-2000, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias do número de ondas de calor, nos períodos 2011-2040 (cenário RCP4.5), 2041-2070 e 2071-2100 (cenário RCP8.5), EURO-CORDEX (2018);
- Duração média (dias) das ondas de calor, no período 1971-2000, EURO-CORDEX (2018);
- Anomalias da duração média (dias) das ondas de calor, nos períodos 2011-2040 (cenário RCP4.5), 2041-2070 e 2071-2100 (cenário RCP8.5), EURO-CORDEX (2018);
- Perigosidade atual e projetada em cenários de alterações climáticas de cheias e inundações, com recurso às áreas inundáveis associadas aos períodos de retorno de 20, 50, 100 e 500 anos, disponibilizadas no “Estudo Hidrológico e Hidráulico das bacias Hidrográficas de Oeiras para elaboração de carta de zonas inundáveis de acordo com Decreto-Lei n.º 115/2010”;
- Perigosidade atual e projetada, considerando uma subida do nível medio do mar de +0,5 m e 1,5 m, das inundações costeiras relativas aos períodos de retorno de 50 e 100 anos, obtidos no âmbito do Setor Orla Ribeirinha;
- Informação georreferenciada dos pontos críticos: Serviços de Saúde, Serviços de emergência e proteção civil, Serviços de apoio à população idosa, Serviços educativos, e Serviços da administração central e local.

3. VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS ATUAIS PARA OEIRAS

3.1. IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS CLIMÁTICOS

3.1.1. Ondas de calor e temperaturas elevadas

A cartografia de vulnerabilidade atual às ondas de calor e temperaturas elevadas, realizada de forma a complementar a análise previamente realizada no âmbito do PMEPCO, pode ser observada na Figura 3.

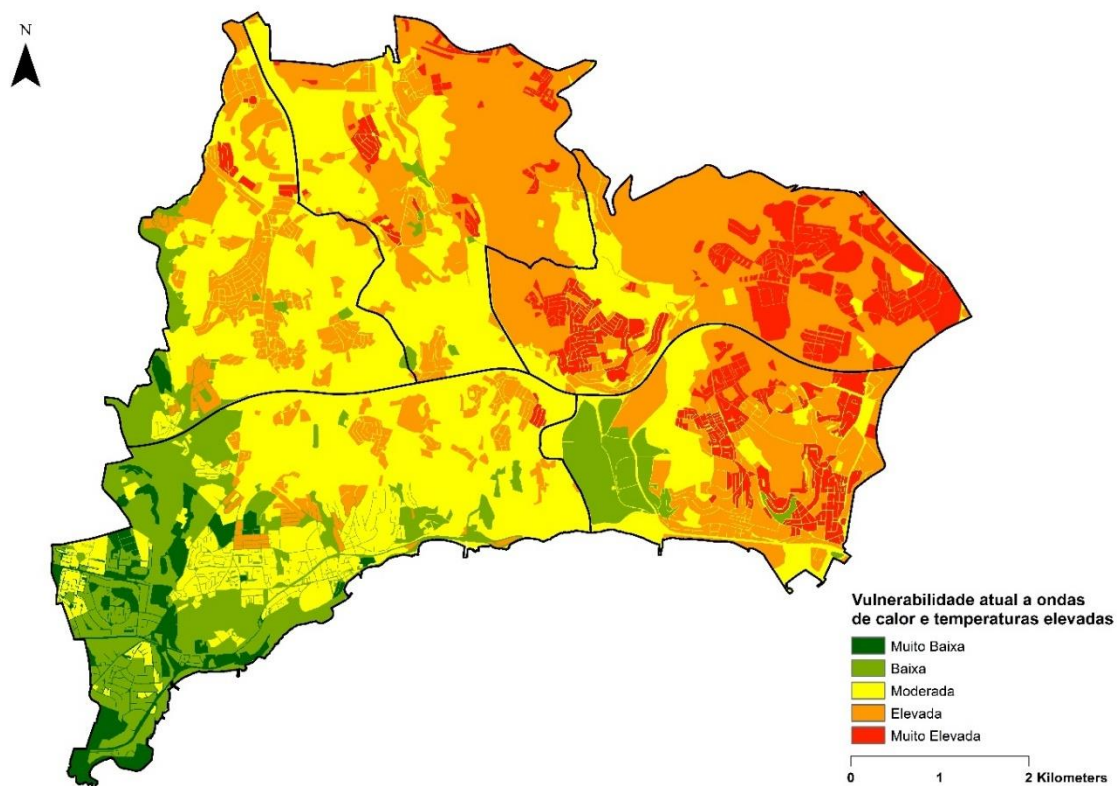


Figura 3 - Vulnerabilidade atual a Ondas de Calor e Temperaturas elevadas

No que respeita à ocorrência de situações de onda de calor e temperatura elevada, verificou-se que a vulnerabilidade atual do território municipal, aumenta, de forma geral, num padrão de sudoeste para nordeste e da linha de costa para o interior do município, exceto na área leste, na qual a vulnerabilidade assume níveis elevados e muito elevados, mesmo junto da orla ribeirinha (Figura 3).

No que respeita ao modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil, face à vulnerabilidade a ondas de calor e temperaturas elevadas, para a identificação e análise do perigo de ondas de calor no município de Oeiras, o Sistema Municipal de Proteção Civil não implementa um sistema local, recorrendo ao Índice Ícaro, calculado pelo Instituto Nacional de

Saúde Dr. Ricardo Jorge¹. Este sistema de vigilância faz, desde 2004, parte integrante do Plano de Contingência de Ondas de Calor. Finalmente, as situações de alerta, medidas de contingência e a respetiva informação à população são disponibilizadas à população pela DGS e pela Administração Regional de Saúde (ARS), de acordo com o estabelecido no Plano de Contingência para Temperaturas Extremas Adversas - Saúde Sazonal: Verão e Saúde (DGS, 2016). Nestas ocorrências, estabelece-se assim uma articulação entre os mecanismos de resposta de carácter mais geral, previstos no PMEPCO (CMO, 2010), e a ação das autoridades de saúde acima referidas.

3.1.2. Ondas de frio e dias muito frios

A cartografia de vulnerabilidade atual a ondas de frio e dias muito frios, realizada de forma a complementar à análise previamente realizada no âmbito do PMEPCO, pode ser observada na Figura 4.

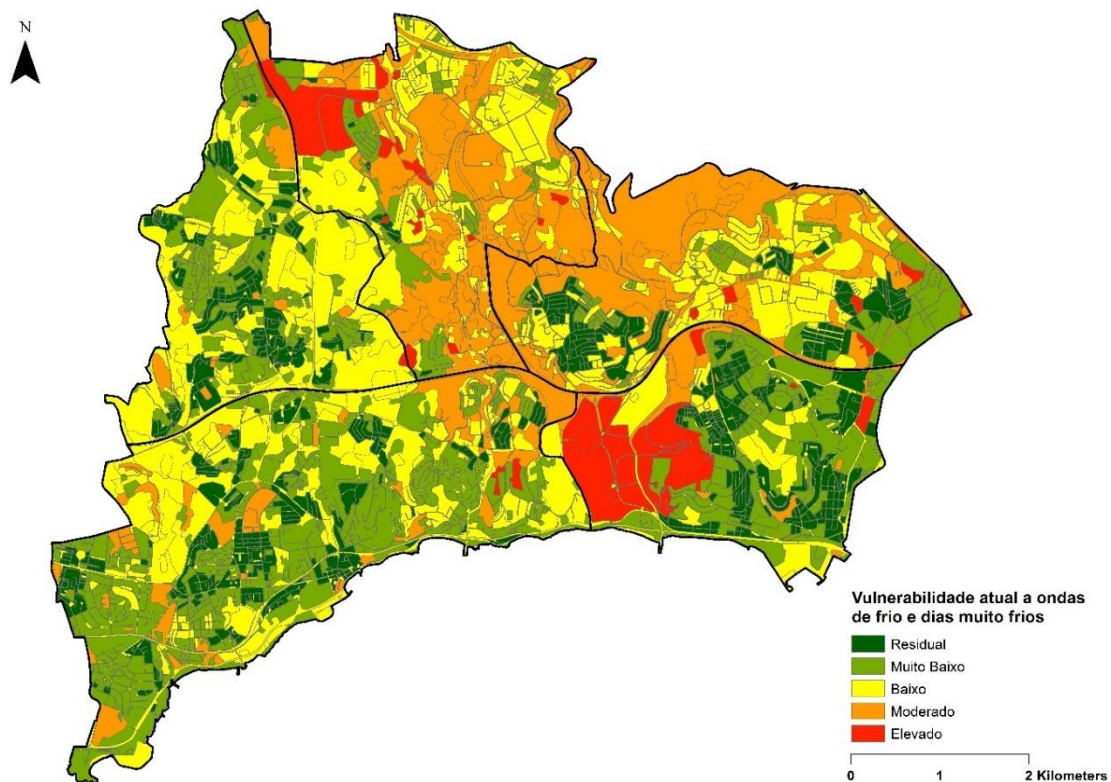


Figura 4 - Vulnerabilidade atual a ondas de frio e dias muito frios

Relativamente às situações de ocorrência de ondas de frio e dias muito frios, observou-se que, para a vulnerabilidade atual do território municipal, o padrão geográfico da vulnerabilidade atual é similar ao identificado para as ondas de calor, pois os níveis de vulnerabilidade

¹ www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/Epidemiologia/Unidades/UnInstrObser/Paginas/ICARO.aspx

augmentam de sudoeste para nordeste e da linha de costa para o interior do município, exceto na área, maioritariamente florestal, ocupada pelo Centro Desportivo Nacional do Jamor, no centro/leste do território municipal (Figura 4).

No que respeita ao modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil, face à vulnerabilidade a ondas de frio e dias de geada, as situações de alerta, medidas de contingência e a respetiva informação à população são disponibilizadas à população pela DGS e pela Administração Regional de Saúde (ARS), de acordo com o estabelecido no Plano de Contingência Saúde Sazonal – Módulo Inverno (DGS, 2017). Nestas ocorrências, estabelece-se assim uma articulação entre os mecanismos de resposta de carácter mais geral da proteção civil previstos no PMEPCO (CMO, 2010) e a ação das autoridades de saúde acima referidas.

3.1.3. Tempestades (vento)

No decurso de tempestades de vento, a queda de elementos urbanos tais como árvores, cabos elétricos e outras estruturas, pode levar a danos materiais avultados. Dado que as quedas de árvores constituem a maioria das ocorrências, a análise da vulnerabilidade efetuada no PMEPCO, no que respeita aos ventos fortes em Oeiras, centrou-se nas quedas de árvores de arruamento (exceção fez-se o restante parque verde urbano pois, nestes espaços, as quedas não são normalmente objeto de registo, a não ser que provoquem danos em pessoas ou bens). De acordo com esta análise, a vulnerabilidade é mais elevada nas áreas em que as quedas ocorreram com mais frequência, nomeadamente nas freguesias de Oeiras e S. Julião da Barra, Cruz Quebrada-Dafundo e Barcarena (vulnerabilidade “Elevada” e “Muito Elevada”). Nas restantes freguesias a vulnerabilidade é “Moderada” e “Baixa” (Figura 5). Estas áreas encontram-se identificadas em cartografia disponibilizada no âmbito do PMEPCO (CMO, 2010).

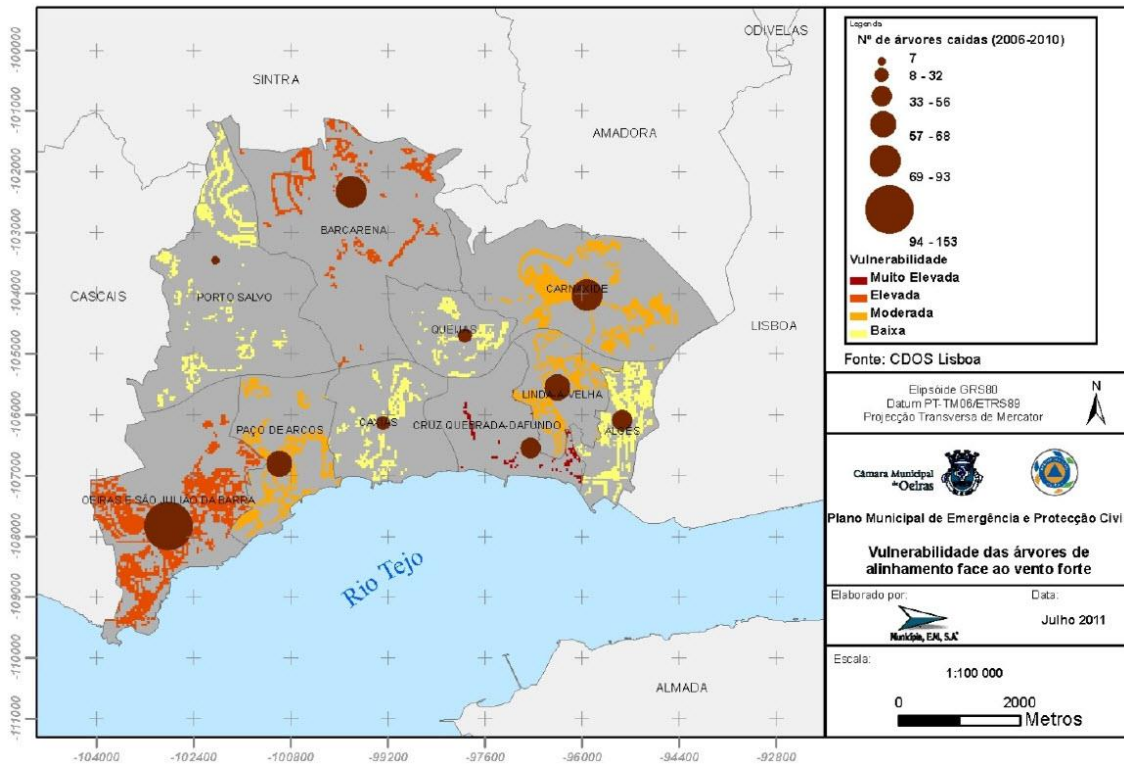


Figura 5 - Vulnerabilidade das árvores de arruamento durante a ocorrência vento forte no município de Oeiras. Fonte: PMEPCO (Câmara Municipal de Oeiras, 2010)

No que respeita ao modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil, face à vulnerabilidade a Tempestades (Vento), as situações de alerta, medidas de contingência e respetiva informação à população, encontram-se a cargo das autoridades de proteção civil, aplicando-se os mecanismos gerais de resposta da proteção civil previstos no PMEPCO (CMO, 2010).

3.1.4. Cheias e inundações

Na Região de Lisboa ocorrem frequentemente inundações urbanas causadas por chuvas muito intensas, concentradas em períodos relativamente curtos. As cheias de características excepcionais, como as de 1967 e 1983, constituem um fenómeno mais invulgar, mas que origina importantes prejuízos materiais e perda de vidas humanas. Associando-se a condições meteorológicas excepcionais, o nível de preia-mar de maré viva a jusante, encontram-se reunidas as condições para inundações em zonas de menor cota, localizadas junto ao litoral, designadamente em Algés e Oeiras. No que respeita às ribeiras do município de Oeiras, as consequências das cheias devem-se, por um lado, à reduzida extensão das bacias hidrográficas, com tempos de resposta muito curtos em relação ao início das chuvadas intensas, e, por outro lado, à elevada densidade de ocupação das bacias hidrográficas (CMO, 2010).

A cartografia de vulnerabilidade atual a Cheias e Inundações, efetuada de forma a complementar a avaliação previamente realizada, foi realizada para as bacias hidrográficas existentes no território de Oeiras, nomeadamente para as ribeiras da Laje, Porto Salvo,

Barcarena, Algés, e rio Jamor. Como se pode observar na Figura 6, os níveis máximos de vulnerabilidade a cheias e inundações em áreas circundantes aos cursos de água analisados atingem, na situação atual, um nível de perigosidade Elevada.

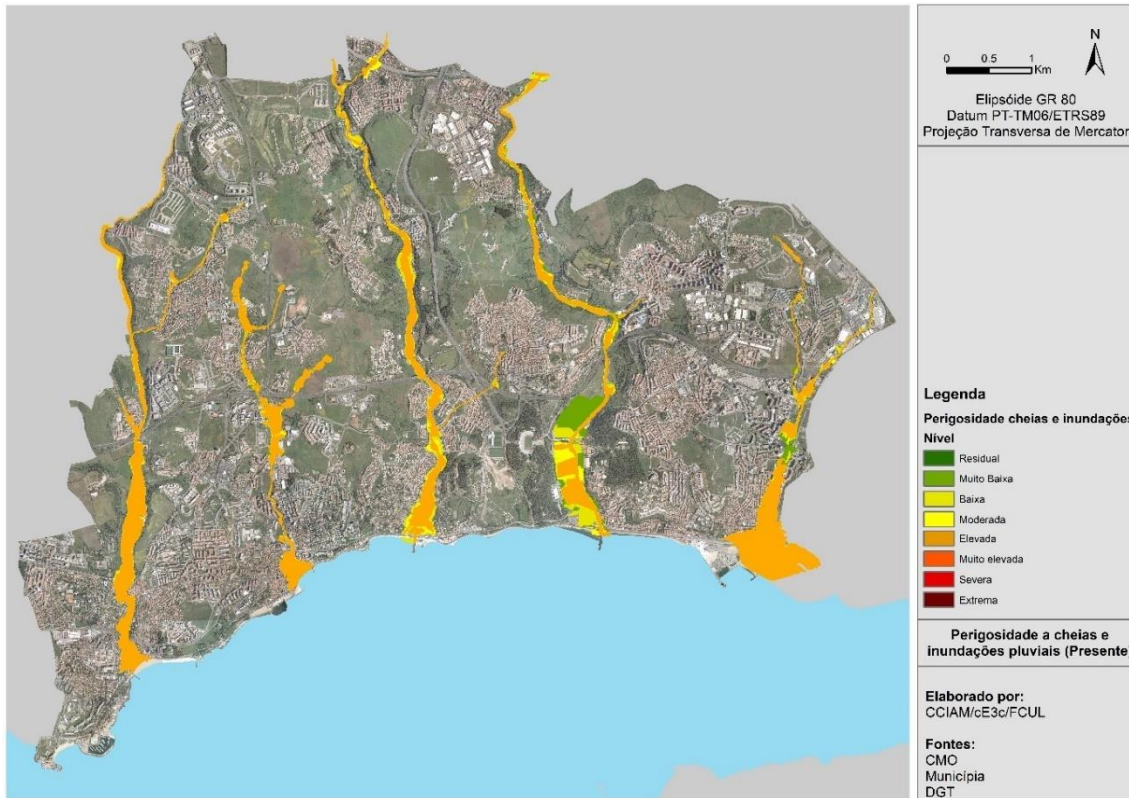


Figura 6 - Vulnerabilidade atual a cheias e inundações

No que respeita ao modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil face à ocorrência de cheias e inundações, as situações de alerta, medidas de contingência e respetiva informação à população, encontram-se a cargo das autoridades de proteção civil, aplicando-se os mecanismos gerais de resposta da proteção civil previstos no PMEPCO (CMO, 2010).

3.1.5. Incêndios florestais

No que respeita ao modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil face aos casos de Incêndio Florestal, as situações de alerta, medidas de contingência e respetiva informação à população encontram-se a cargo das autoridades de proteção civil, aplicando-se os mecanismos gerais de resposta da proteção civil previstos no PMEPCO (CMO, 2010).

A Figura 7 demonstra o Percentil 90 (P90) do DSR, no Período de Nível Reforçado IV, no período 1981-2010, ou seja, é o valor limite de DSR considerado para definir o dia extremo. Verifica-se que não existe uma diferença assinalável entre valores ao longo do território de Oeiras, existindo apenas uma pequena variação nos valores entre a área leste (DSR = 21) e oeste (DSR = 20) do município, a qual coincide de forma razoável com a distribuição espacial da vulnerabilidade atual

a ondas de calor e temperaturas elevadas. De uma forma geral, no município de Oeiras, a situação no Período de Nível Reforçado IV é classificada como de risco Muito Alto.

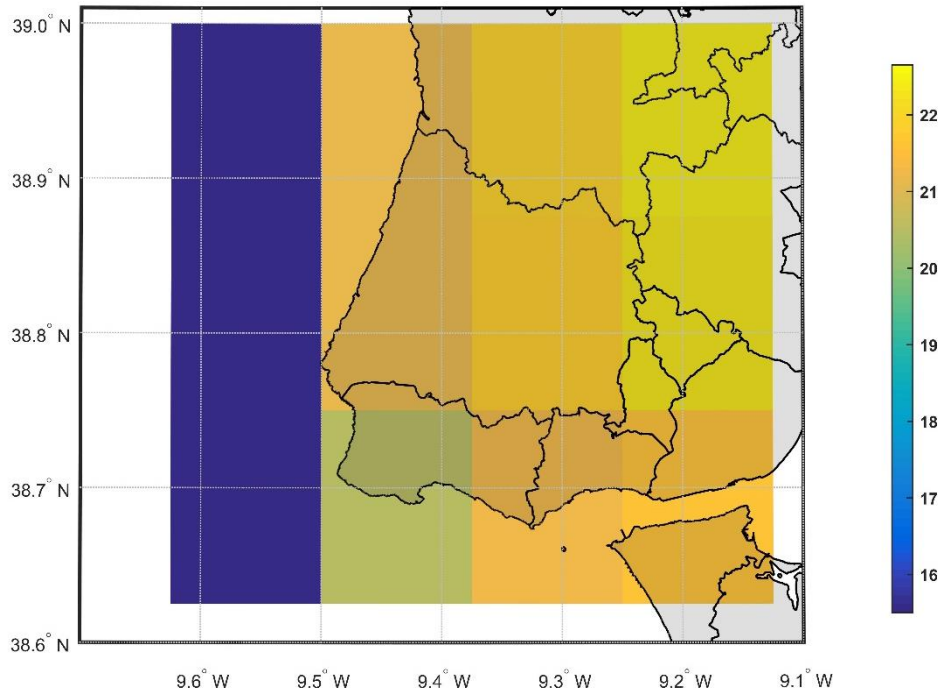


Figura 7 - Percentil 90 do DSR no Período de Nível Reforçado IV, no período 1981-2010, calculado com os dados do ERA-Interim

Para além do DSR, é também importante avaliar o número de dias extremos, em especial quando se pretende comparar o clima atual com o futuro. Desta forma, calcularam-se o número de dias extremos por mês, no Período de Nível Reforçado IV (julho, agosto e setembro) e fora do Período de Nível Reforçado IV, para cada ano. Assim, de forma a obter uma análise mais abrangente, calculou-se a média climatológica desta variável para o período 1981-2010 (Figura 8). Verifica-se que existe, no território de Oeiras, um número de dias extremos, por ano, muito maior no Período de Nível Reforçado IV (9 dias) do que nos outros meses (1 dia), no período em análise.

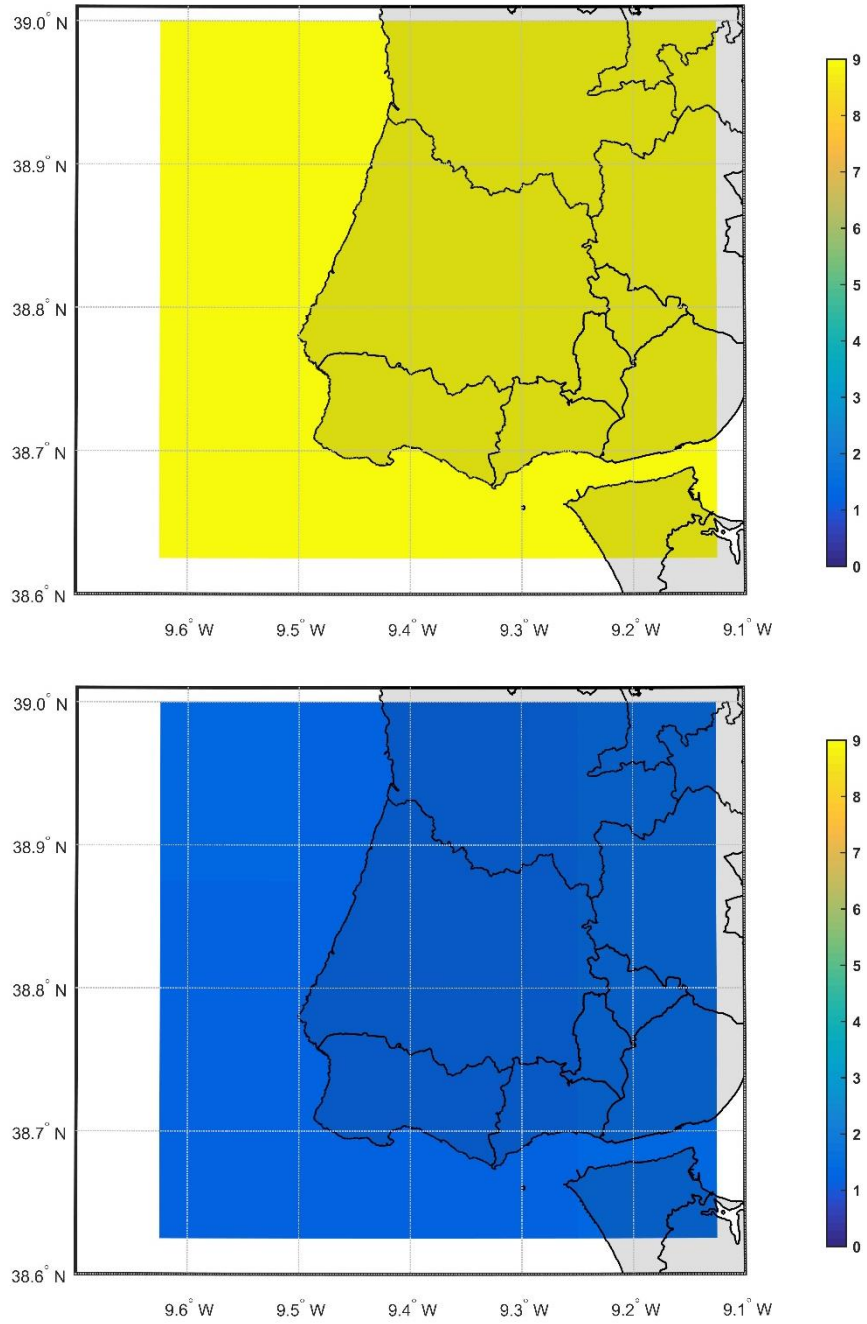


Figura 8 - Número médio de dias extremos por ano, no período 1981-2010, no Período de Nível Reforçado IV (em cima) e nos restantes meses do ano (em baixo)

3.1.6. Avaliação multirrisco

A análise de vulnerabilidades climáticas dos equipamentos críticos considera cinco tipologias prioritárias: serviços educativos, serviços de emergência e proteção civil, serviços de saúde, serviços da administração central e local e serviços de apoio à população idosa.

No que diz respeito aos serviços educativos, este inclui creches, jardins-de-infância, ATLS, escolas (primárias, básica e secundárias) e ensino superior.

Os serviços de emergência e proteção civil têm em conta as infraestruturas dos bombeiros, da autoridade de Proteção Civil e serviço municipal da Proteção Civil, da Polícia de Segurança Pública e Polícia Municipal.

Os serviços de saúde atentam nos centros de saúde, hospitais (onde se inclui o hospital prisional São João de Deus) e unidades de apoios continuados (centros de reabilitação e apoio a doenças mentais)

Quanto aos serviços da administração central e local, incluem-se todas as infraestruturas da administração central e local, de captação, tratamento, distribuição e saneamento de água, bem como estruturas do SIMAS. Relativamente aos serviços de apoio a idosos, a análise contemplou lares de 3ª idade e centros de dia.

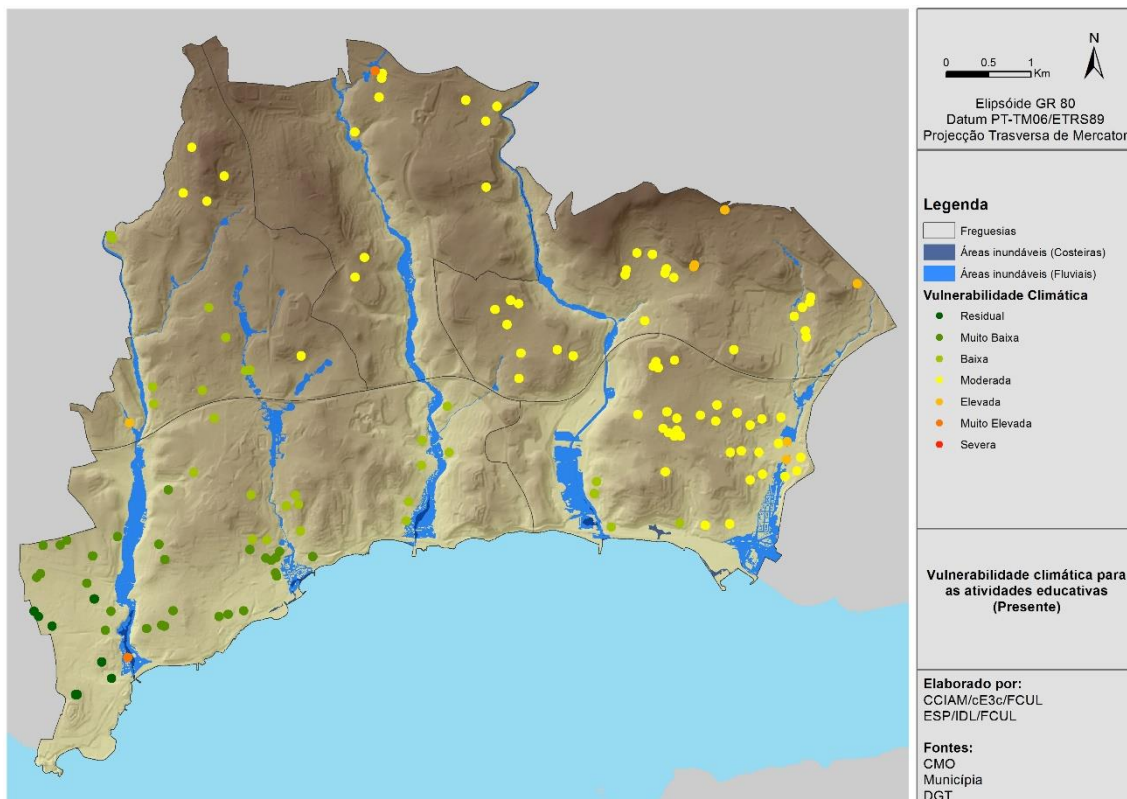


Figura 9 - Vulnerabilidade climática das infraestruturas de serviços educativos

No caso das infraestruturas de serviços educativos de Oeiras, as que apresentam um maior grau de vulnerabilidade ao clima atual consistem no Jardim de Infância Canteiro dos Sonhos, na freguesia de Barcarena, e do Colégio D. João de Castro, na freguesia de União das freguesias de Oeiras e São Julião da Barra, Paço de Arcos e Caxias (Figura 9). Em ambas, a vulnerabilidade climática é considerada muito elevada, estando estas particularmente expostas a cheias e inundações. O Colégio D. João de Castro encontra-se ainda exposto a inundações costeiras.

É ainda de realçar que quase a totalidade das estruturas classificadas com vulnerabilidade climática elevada se encontram na zona de Carnaxide e de Linda-a-Velha devido à ocorrência de ondas de calor, sendo a exceção do Jardim de Infância O Chorão, localizado na Laje, freguesia de Porto Salvo, onde se observa uma forte influência das cheias e inundações.

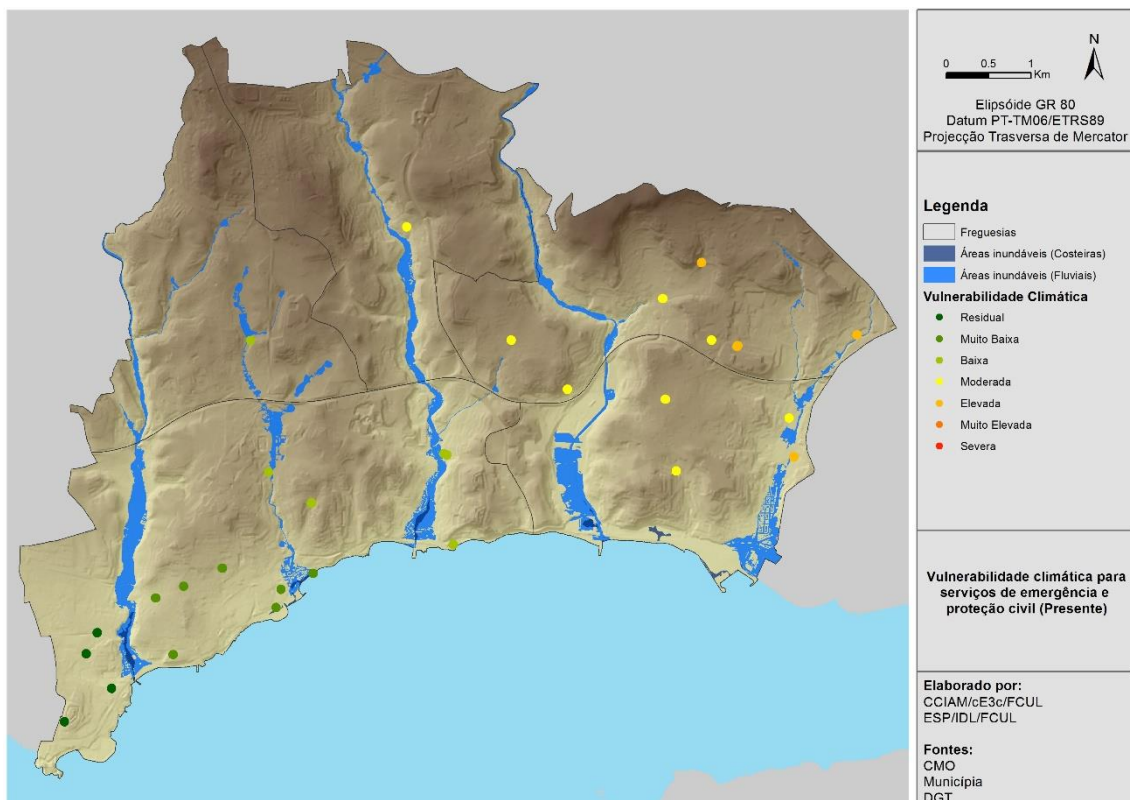


Figura 10 - Vulnerabilidade climática das infraestruturas de serviços de emergência e proteção civil

Relativamente às infraestruturas de serviços de emergência e proteção civil, observa-se que as que apresentam a vulnerabilidade mais elevada (classificada como elevada) se localizam na zona de Carnaxide, Linda-a-Velha e Algés, devido à ocorrência de eventos de ondas de calor (Figura 10). As infraestruturas identificadas foram os bombeiros voluntários de Algés, bombeiros voluntários de Carnaxide, polícia municipal e serviço municipal de proteção civil.

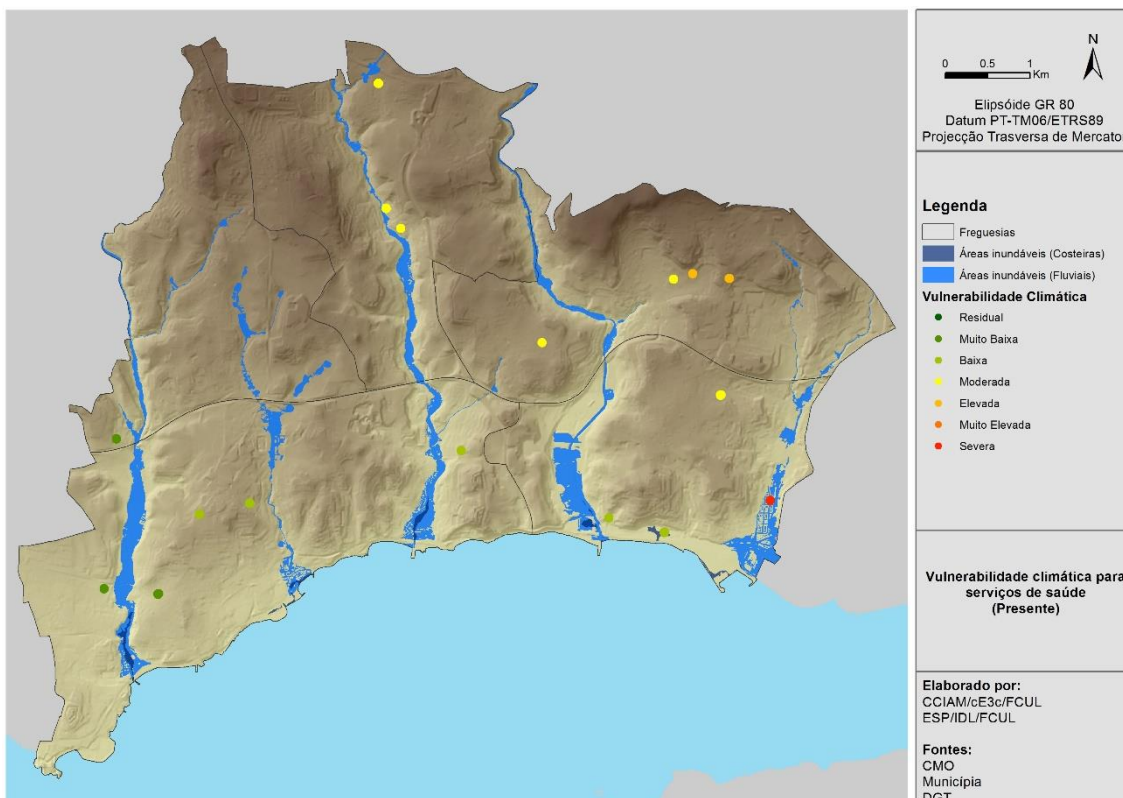


Figura 11 - Vulnerabilidade climática das infraestruturas de serviços de saúde

Para os serviços de saúde, observa-se que a unidade de saúde de Algés é o caso que apresenta uma maior vulnerabilidade climática, estando esta classificada com uma vulnerabilidade severa. Esta classificação resulta do facto do serviço estar localizado numa zona inundável por um período de retorno baixo (i.e. que ocorre com uma elevada frequência) e sob influência de um elevado número de ondas de calor. Devido também à ocorrência de eventos de ondas de calor, o Hospital de Santa Cruz e a Unidade de centro de saúde de Carnaxide apresentam uma vulnerabilidade elevada (Figura 11).

Quanto aos serviços da administração central e local, destacam-se três locais particularmente vulneráveis, sendo eles o Centro de Apoio ao Animal, o edifício de apoio à jardinagem da CM de Oeiras e a Secretaria de Estado da Juventude e do Desporto. Todas estas infraestruturas apresentam uma vulnerabilidade atual severa, devendo-se esta maioritariamente à localização das infraestruturas em áreas inundáveis por períodos de retorno baixos, em sinergia com a ocorrência de galgamentos costeiros (como o caso do Centro de Apoio ao Animal) ou com eventos de ondas de calor (como no caso das restantes infraestruturas indicadas). De igual forma, também o Centro Cultural da Laje apresenta vulnerabilidade muito elevada, por estar localizada numa área inundável por um período de retorno baixo. Também os locais da Divisão de Polícia Municipal, Gabinete de atendimento local – divisão de gestão social (Bairro Páteo dos Cavaleiros), proteção civil municipal e a unidade de prevenção e planeamento apresentam uma vulnerabilidade elevada, associada à ocorrência de ondas de calor (Figura 12).

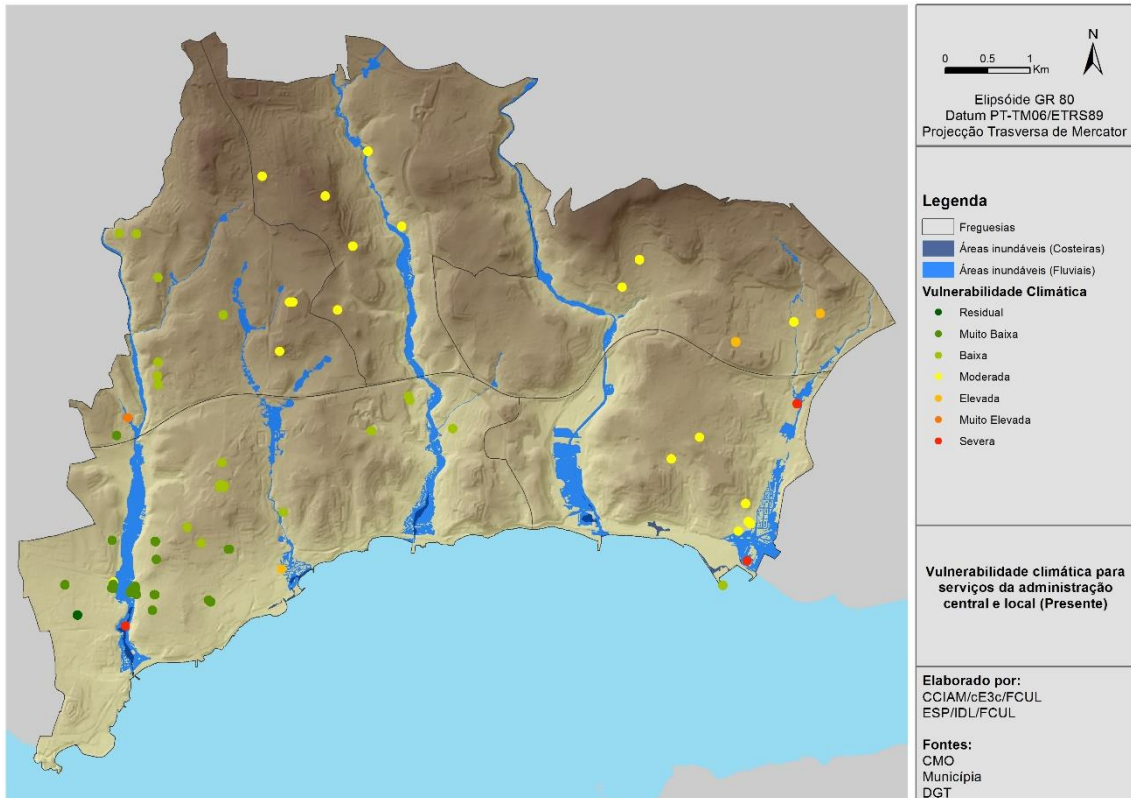


Figura 12 - Vulnerabilidade climática das infraestruturas de serviços da administração central e local

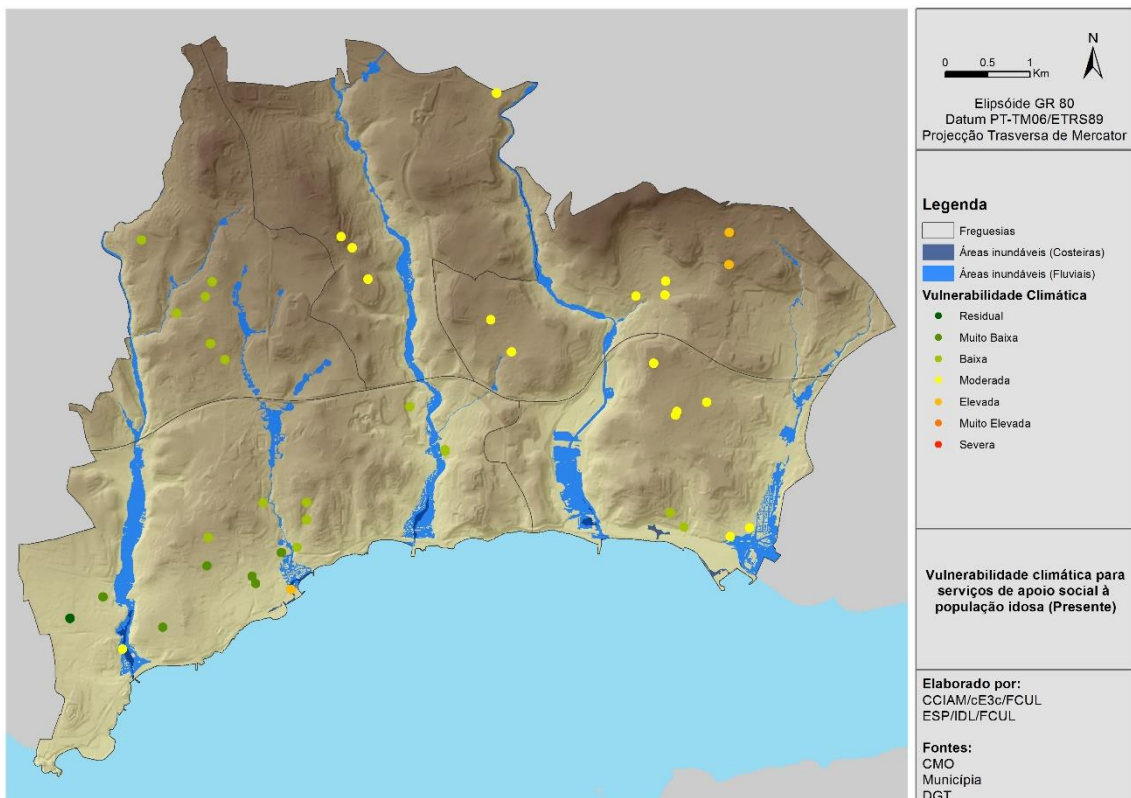


Figura 13 - Vulnerabilidade climática das infraestruturas de serviços de apoio à população idosa

No que diz respeito às infraestruturas de apoio aos idosos (i.e., centros de dia e lares de 3ª idade), a zona de Carnaxide apresenta os locais onde a vulnerabilidade climática é maior. As zonas identificadas são os lares de 3ª idade de Casas da Cidade Residência Sénior Carnaxide e Lar de São Vicente de Paulo, ambas com uma vulnerabilidade de classe elevada, devido à ocorrência de eventos de ondas de calor (Figura 13).

4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES FUTURAS PARA OEIRAS

4.1. ONDAS DE CALOR E TEMPERATURAS ELEVADAS

As projeções das anomalias de vulnerabilidade futura a ondas de calor e temperaturas elevadas, realizadas para diferentes períodos e cenários de alterações climáticas ao longo do século XXI, podem ser observadas na Figura 14 (Cenário RCP 4.5, período 2011-2040), Figura 15 (Cenário RCP 8.5, período 2041-2070) e Figura 16 (Cenário RCP 8.5, período 2071-2100).

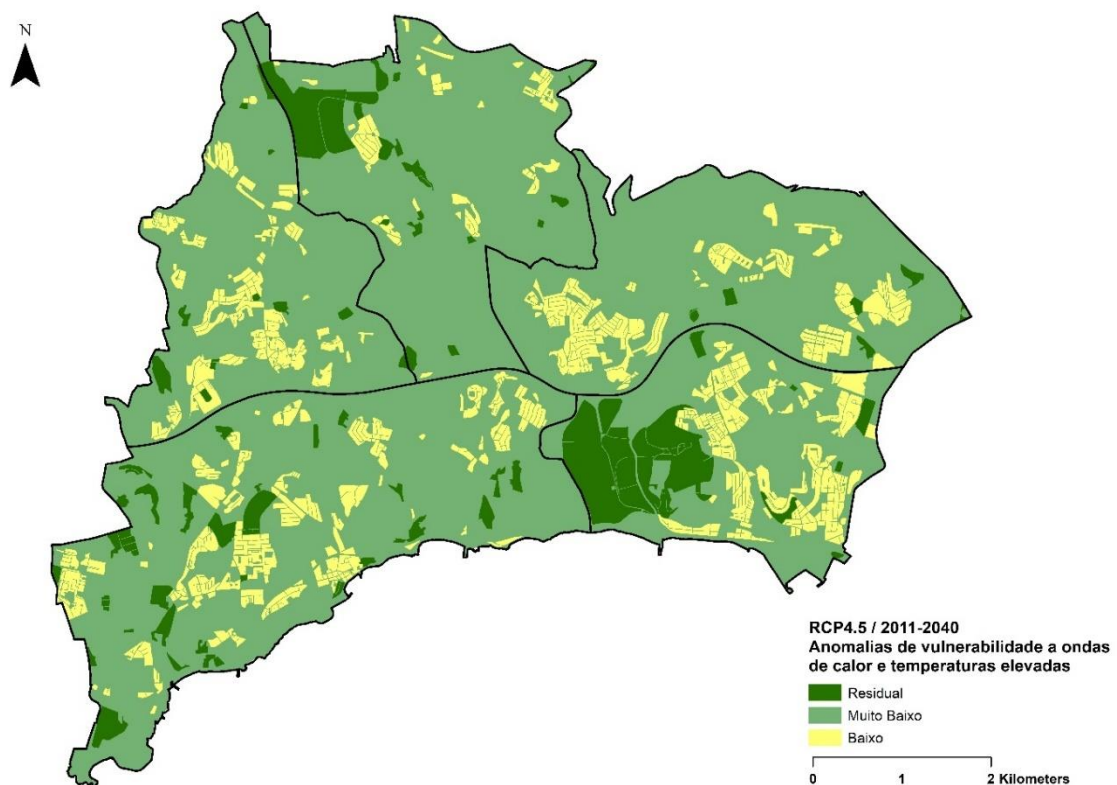


Figura 14 - Anomalias de vulnerabilidade a ondas de calor e temperaturas elevadas, 2011 - 2040 (cenário RCP4.5)

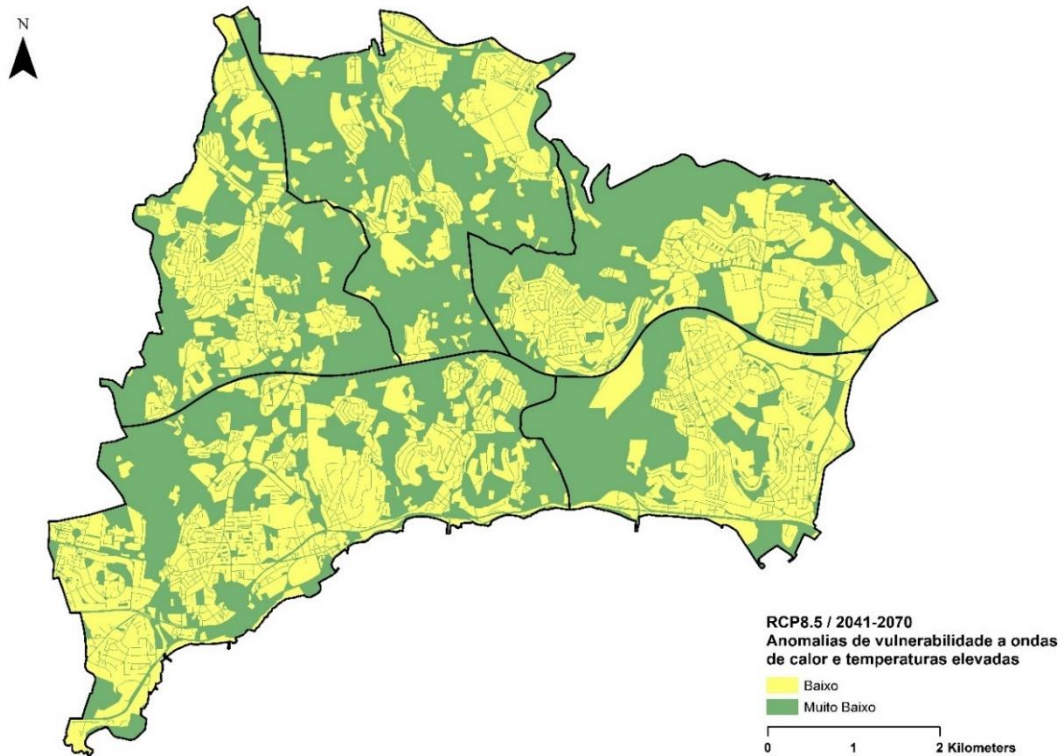


Figura 15 - Anomalias de vulnerabilidade a ondas de calor e temperaturas elevadas, 2041 - 2070 (cenário RCP8.5)

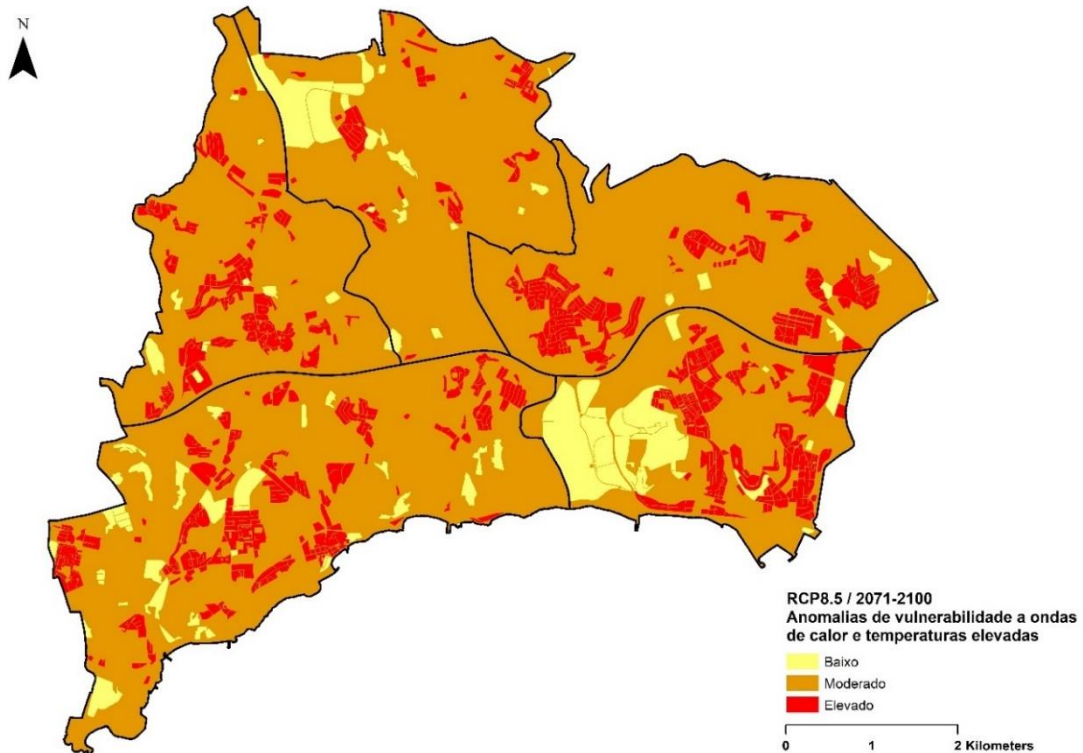


Figura 16 - Anomalias de vulnerabilidade a ondas de calor e temperaturas elevadas, 2071 - 2100 (cenário RCP8.5)

Como se pode observar, projeta-se para o território de Oeiras um agravamento progressivo da perigosidade desde o presente até ao período de longo prazo, passando os valores máximos das anomalias de um nível Baixo, nos dois primeiros períodos (Figura 14 e Figura 15), para um nível de perigosidade Elevado, no último período do século XXI (Figura 16).

4.2. ONDAS DE FRIO E DIAS MUITO FRIOS

Tendo em conta que as projeções climáticas disponíveis apontam, em geral, para uma diminuição gradual do número e intensidade de ondas de frio e dias muito frios, é expectável que o nível e distribuição espacial desta vulnerabilidade se mantenha ou venha mesmo a diminuir gradualmente, ao longo do século XXI.

4.3. TEMPESTADES (VENTO)

Tendo em conta os níveis de incerteza associados às projeções climáticas do vento, e de acordo com as publicações disponíveis sobre esta vulnerabilidade, em particular (Calheiros et al., 2016), é expectável que as tendências atuais, no respeito ao nível de perigosidade e distribuição espacial desta vulnerabilidade, não venham a sofrer alterações relevantes, no município de Oeiras, ao longo do século XXI.

4.4. CHEIAS E INUNDAÇÕES

As projeções dos níveis futuros de vulnerabilidade a cheias e inundações realizadas para diferentes períodos e cenários de alterações climáticas ao longo do século XXI, podem ser observadas na Figura 17 (Cenário RCP 4.5, período 2011-2040), Figura 18 (Cenário RCP 8.5, período 2041-2070) e Figura 19 (Cenário RCP 8.5, período 2071-2100).

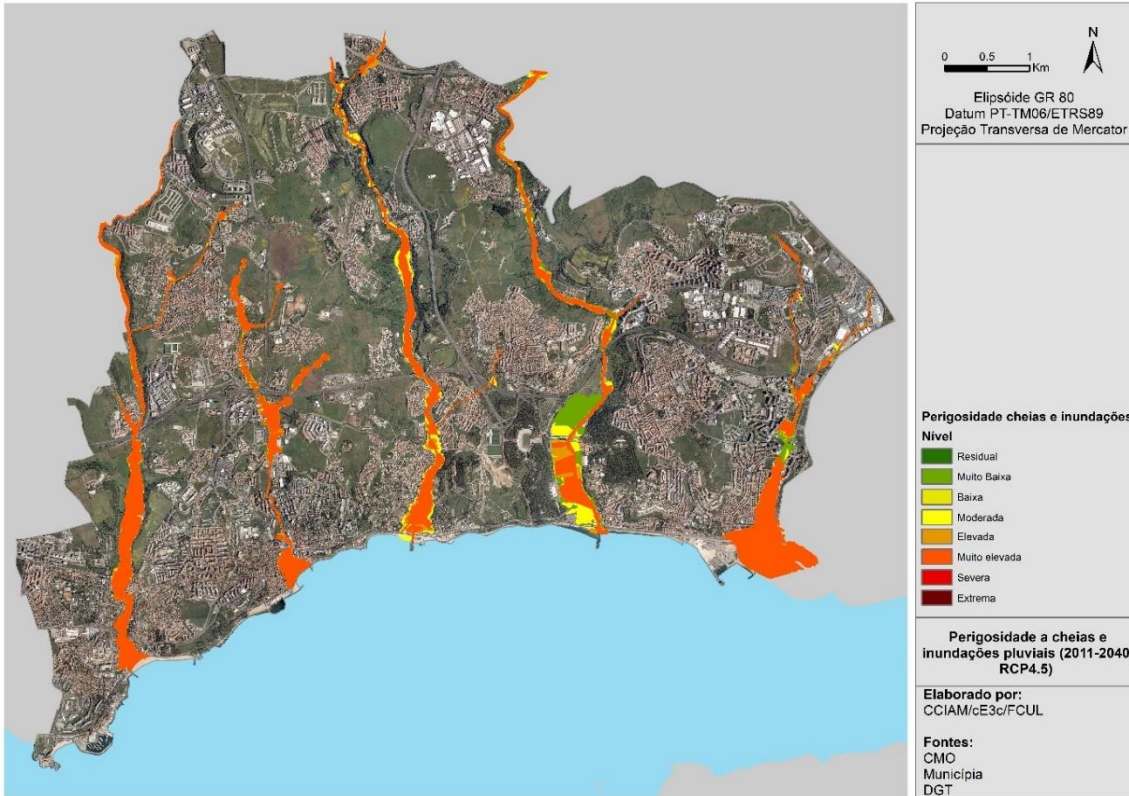


Figura 17 - Vulnerabilidade a Cheias e Inundações, 2011 - 2040 (cenário RCP4.5)

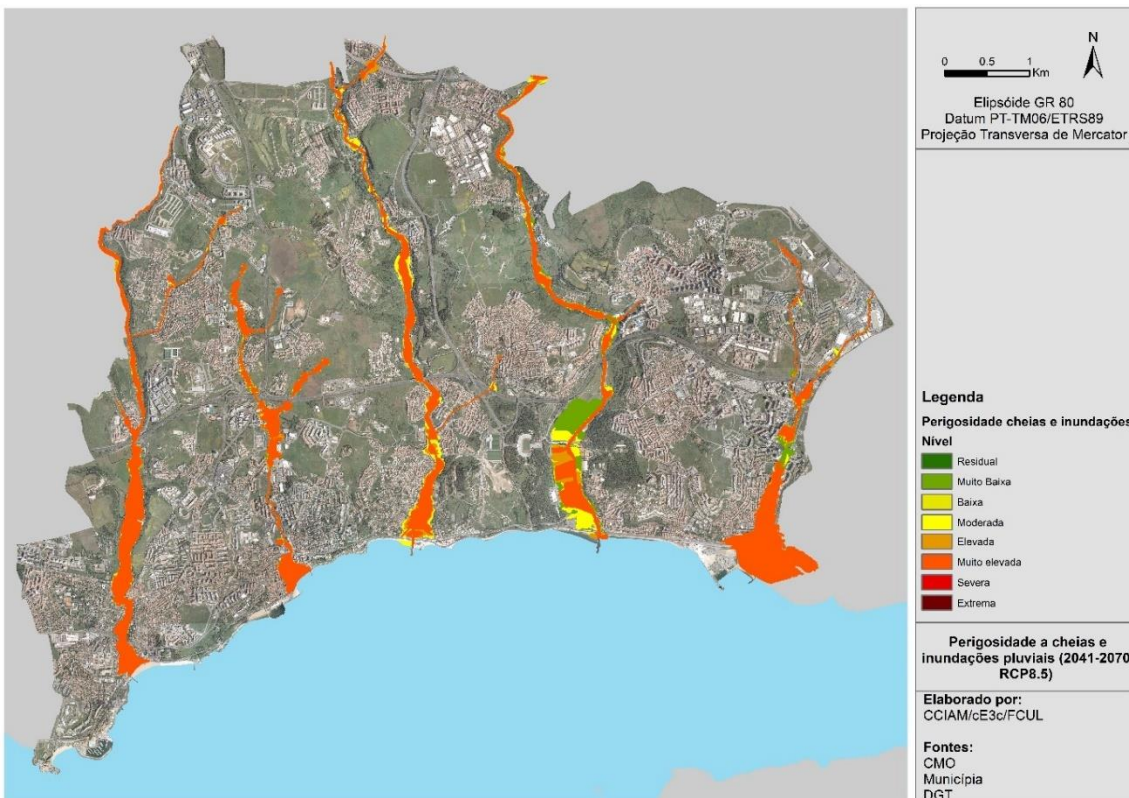


Figura 18 - Vulnerabilidade a Cheias e Inundações, 2041 - 2070 (cenário RCP8.5)

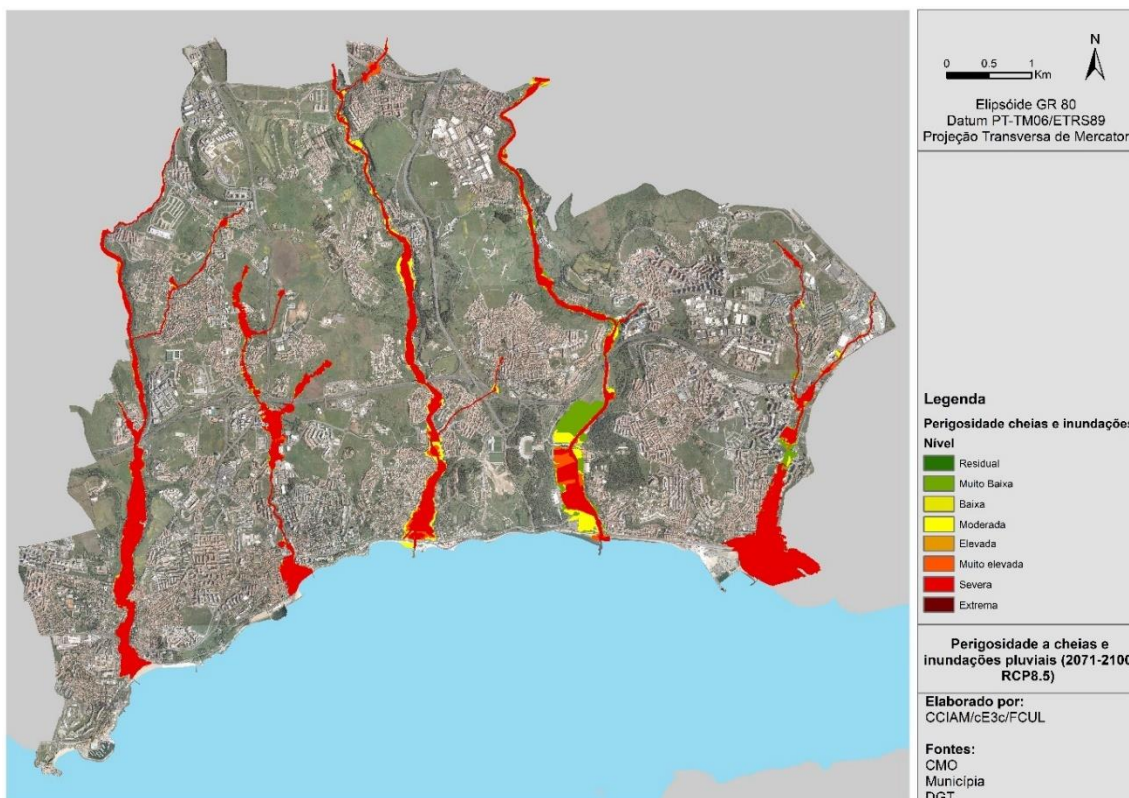


Figura 19 - Vulnerabilidade a Cheias e Inundações, 2071 - 2100 (cenário RCP8.5)

Como se pode observar nas Figura 17, Figura 18 e Figura 19, considerando as mesmas áreas de inundação, existe um agravamento progressivo da perigosidade desde o momento presente até ao cenário de longo prazo, passando os valores máximos de perigosidade elevada para severa.

4.5. INCÊNDIOS FLORESTAIS

Analisando as diferenças do DSR para o clima futuro, verifica-se um aumento em todos os meses estudados, desde março até novembro, em especial no cenário mais extremo (RCP8.5) e no final do século (2071-2100). O aumento projetado do DSR é apreciável nos meses de primavera e verão, mais concretamente em junho e julho (Figura 20). Por outro lado, não se verificam variações substanciais na distribuição espacial dos valores das diferenças do DSR. Embora se note uma ligeira diferença entre a área sudoeste e as áreas a norte e leste do município de Oeiras, tanto em junho como em julho, os valores das diferenças oscilam entre 4 e 5.

Desta forma, projeta-se o aumento do DSR ao longo do século, em particular no cenário RCP8.5, nos meses correspondentes ao final da primavera e no verão, seguindo a distribuição espacial identificada. Estes resultados antecipam um aumento da duração da época de fogos, podendo começar em junho e estender-se ao longo dos meses de verão. A época de fogos poderá ser também mais intensa, devido ao aumento da média climatológica do DSR nos meses de julho, agosto e setembro.

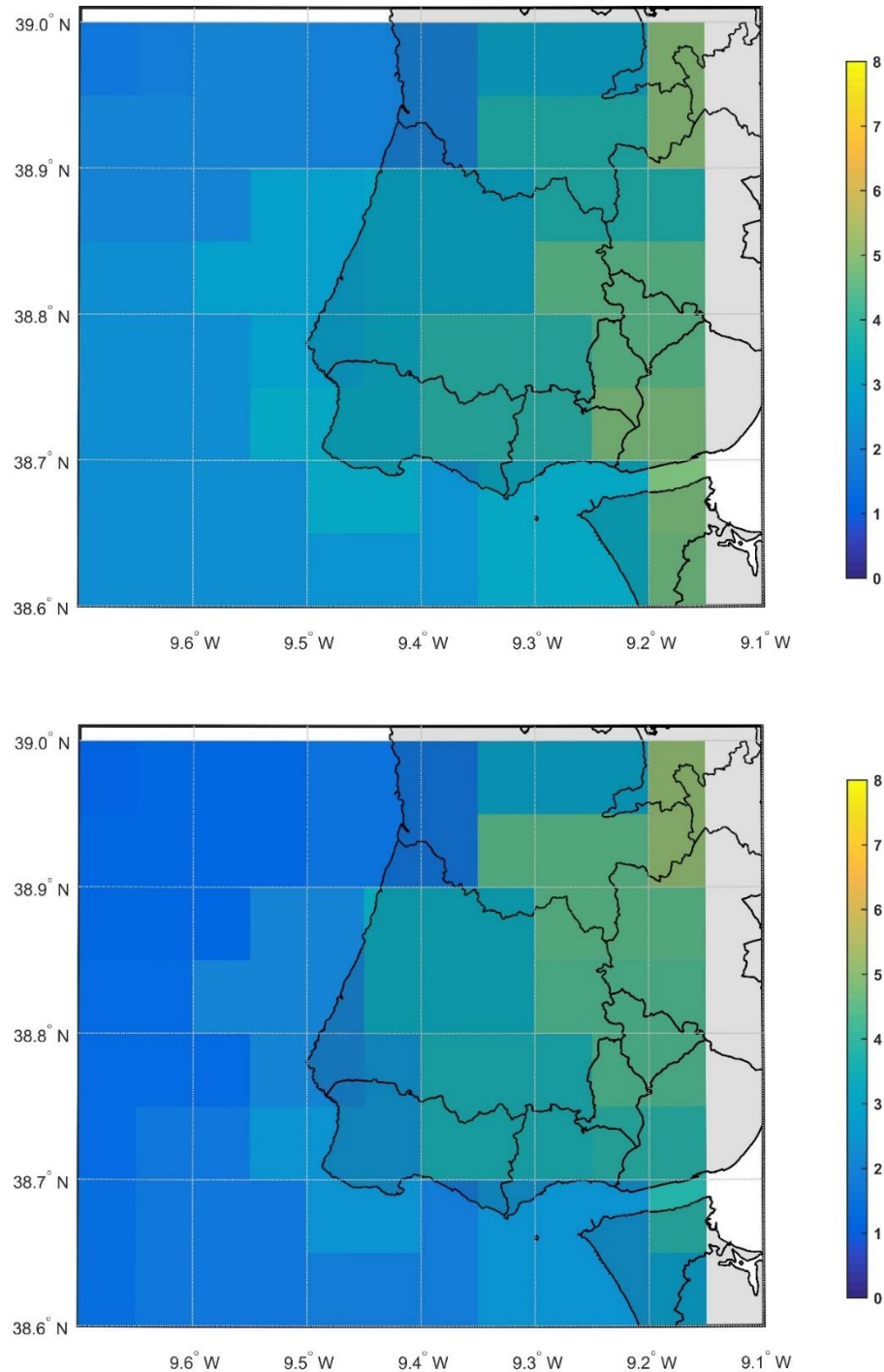


Figura 20 - Diferença entre a média climatológica do DSR, no período 2071-2100 e cenário RCP8.5, e observados no período 1981-2010, nos meses de junho (em cima) e julho (em baixo)

Anteriormente, foram definidos dias extremos como sendo aqueles em que o DSR é superior ao Percentil 90 do Período de Nível Reforçado IV no período 1981-2010. É importante também olhar para o número de dias extremos e não apenas para o DSR quando se compara o clima atual com o futuro. Neste contexto, calculou-se o número de dias extremos por mês, no Período de Nível Reforçado IV (julho, agosto e setembro) e fora deste Período.

Utilizando o método de cálculo das anomalias do DSR elaborado anteriormente, foram calculadas as anomalias dos dias extremos no cenário RCP4.5 (Figura 21) e no cenário RCP8.5 (Figura 22).

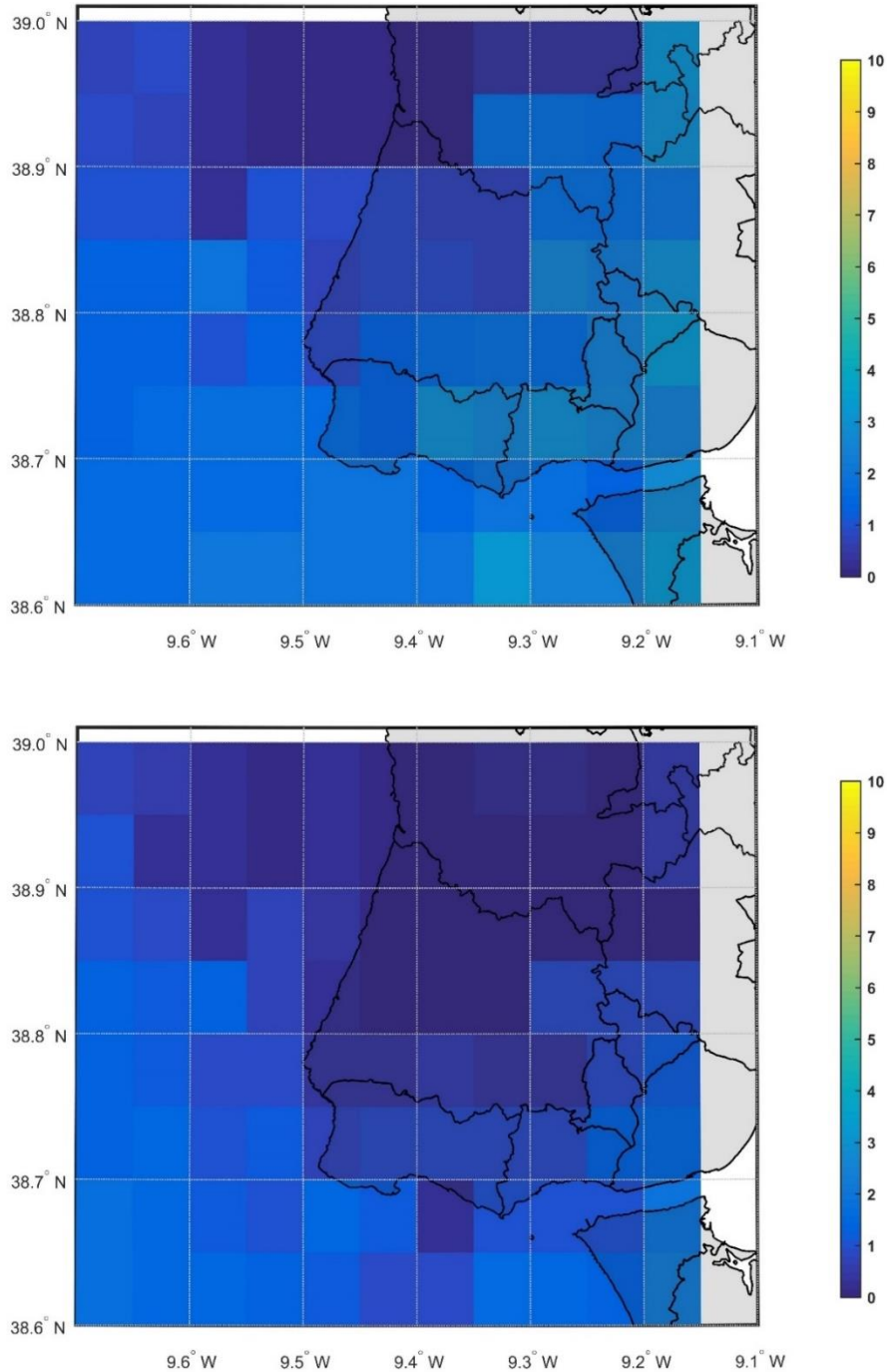


Figura 21 - Diferença entre os dias extremos no cenário RCP4.5, período 2071-2100, e observados no período 1981-2010, no Período de Nível Reforçado IV (em cima) e nos restantes meses (em baixo)

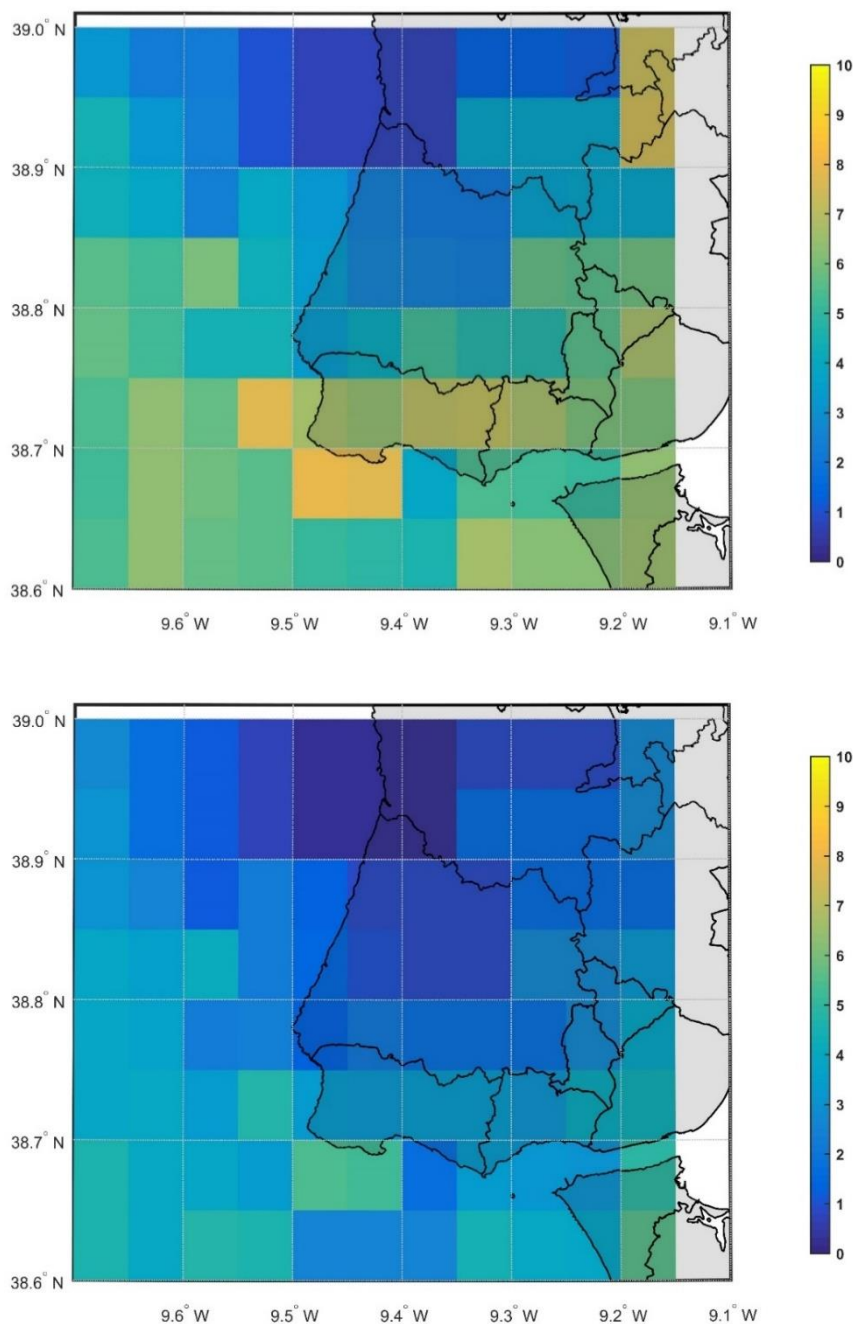


Figura 22 - Diferença entre os dias extremos no cenário RCP8.5, período 2071-2100, e observados no período 1981-2010, no Período de Nível Reforçado IV (em cima) e nos restantes meses (em baixo)

A análise dos resultados permite projetar, para o final do século, um aumento do número de dias extremos por ano, maior no Período de Nível Reforçado IV (até cerca de 5 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 8 dias no cenário RCP8.5) do que fora do Período de Nível Reforçado IV (até cerca de 3 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 4 dias no cenário RCP8.5). Estes resultados fazem antecipar uma maior ocorrência de dias com risco extremo de incêndio florestal.

4.6. AVALIAÇÃO MULTIRRISCO

O impacto das alterações climáticas na vulnerabilidade dos equipamentos críticos foi analisado individualmente por tipologia, em coerência com as tipologias definidas aquando da avaliação das vulnerabilidades atuais (i.e., serviços educativos, serviços de emergência e proteção civil, serviços de saúde, serviços da administração central e local e serviços de apoio à população idosa). As representações cartográficas relativas a esta análise encontram-se em Anexo, onde podem ser visualizados os diferentes períodos e cenários utilizados.

Relativamente à vulnerabilidade dos serviços educativos às alterações climáticas, projetam-se aumentos na vulnerabilidade que podem atingir a classe Muito Elevada no período de final do século. As infraestruturas onde se projetam os aumentos mais significativos (i.e., aumentos muito elevados na vulnerabilidade) são o Colégio D. João de Castro, o Jardim de Infância Canteiro dos Sonhos e o Jardim de Infância Chorão. Verifica-se desta forma que, no domínio educacional, os locais mais vulneráveis atualmente são aqueles onde se projeta que a vulnerabilidade aumente de modo mais considerável.

No que diz respeito à vulnerabilidade dos serviços de emergência e proteção civil às alterações climáticas, projeta-se que todas as infraestruturas sofram um aumento Elevado na sua vulnerabilidade até ao final do século (no cenário RCP8.5 admitindo uma SNMM de 1,5 m). A única exceção é a Autoridade Marítima Nacional – Direção de Faróis, que se apresenta como a infraestrutura com o maior aumento na vulnerabilidade, i.e., um aumento Muito Elevado (atualmente a infraestrutura apresenta uma vulnerabilidade Muito Baixa). Esta subida mais acentuada da vulnerabilidade neste local está diretamente relacionada com a subida do nível médio do mar, que poderá começar a afetar a estrutura a partir do meio do século, assumindo o valor de SNMM de 1,5 m.

Para os equipamentos críticos referentes aos serviços de saúde, projeta-se que no final do século, a Unidade de Saúde de Algés e a Unidade de Saúde Familiar do Dafundo sejam as que apresentam o maior incremento na vulnerabilidade, i.e., um aumento Muito Elevado na vulnerabilidade. Este aumento mais pronunciado nestes locais é justificado, no caso da Unidade de Saúde Familiar do Dafundo, pela ocorrência de inundações costeiras devido à subida do nível médio do mar considerada. No caso da Unidade de Saúde de Algés, projeta-se que esta possa ser afetado por cheias e inundações pluviais com um período de retorno baixo, com uma maior frequência do que aquela que existe atualmente. De facto, a Unidade de Saúde de Algés é o caso mais preocupante, uma vez que se apresenta atualmente com uma vulnerabilidade Severa.

Quanto às infraestruturas de serviços da administração central e local, projeta-se que, em número, estas sejam as infraestruturas mais afetadas pelas alterações climáticas. A metodologia desenvolvida permitiu identificar o Centro Cultural da Laje, o Centro de Apoio ao Animal, o Edifício de Apoio à Jardinagem da CM de Oeiras, o Gabinete Técnico Local - Centro Histórico de Paço de Arcos, a Secretaria do Estado da Juventude e do Desporto e a Adega do Palácio Marquês de Pombal, como aqueles onde a vulnerabilidade sofre um aumento Muito Elevado no período de final do século. Este aumento na vulnerabilidade justifica-se pelo facto de todos estes locais se encontrarem em zonas inundáveis (por eventos de precipitação extrema, pela SNMM, ou por ambas).

A situação poderá ser particularmente gravosa para o Centro de Apoio ao Animal, para o Edifício de Apoio à Jardinagem da CM de Oeiras, para Secretaria do Estado da Juventude e do Desporto e para o Centro Cultura da Laje, que apresentam uma vulnerabilidade Severa ou Muito Elevada no período atual.

No que diz respeito aos serviços de apoio à população idosa, destacam-se a Residencial Casa de Repouso Nossa Senhora de Fátima, com um aumento Severo na vulnerabilidade, e o Centro de Convívio da Santa Casa da Misericórdia de Oeiras, com um aumento Muito Elevado na vulnerabilidade. Em ambos os casos, o aumento da vulnerabilidade deve-se à ocorrência de cheias e inundações pluviais com um período de retorno baixo, bem como à ocorrência de cheias e inundações de origem oceânica, devido à SNMM.

Por fim, é ainda importante ressaltar que, no final do século, todas as infraestruturas consideradas como equipamentos críticos aumentam a vulnerabilidade num nível Elevado, exclusivamente devido à crescente exposição ao calor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atendendo às projeções dos cenários de alterações climáticas para Portugal, torna-se necessário um esforço de adaptação do Sistema de Proteção Civil, face à possibilidade de aumento da ocorrência de eventos meteorológicos extremos, na medida em que poderá ocorrer um aumento de fenómenos em que a segurança de pessoas e bens seja colocada em causa.

No que diz respeito à análise das vulnerabilidades atuais e futuras para o setor da Segurança de Pessoas e Bens, estabeleceu-se um ponto de situação relativamente ao peso atual e futuro de um conjunto de vulnerabilidades consideradas prioritárias para este setor no município de Oeiras, e também no que respeita ao modo de resposta atual do Sistema de Proteção Civil ao nível municipal face a essas vulnerabilidades. As vulnerabilidades climáticas foram previamente identificadas e priorizadas, constituindo, nomeadamente: Ondas de Calor, Temperatura Elevada, Ondas de Frio e Dias de Geadas, Tempestades (Vento), Cheias e Inundações, Inundações e Galgamentos Costeiros, e Incêndios Florestais.

No que respeita à ocorrência atual de situações de onda de calor e temperatura elevada, verificou-se que a vulnerabilidade do território municipal aumenta num padrão de sudoeste para nordeste e da linha de costa para o interior do município. No que respeita à vulnerabilidade futura, verifica-se um agravamento progressivo da perigosidade desde o presente até ao cenário de longo prazo, passando os valores máximos das anomalias, de um nível de perigosidade baixo para um nível de perigosidade elevado, no último período do século XXI (2071-2100).

Relativamente às situações de ocorrência de ondas de frio e dias muito frios, observou-se que o padrão geográfico da vulnerabilidade atual é similar ao identificado para as ondas de calor, pois os níveis de vulnerabilidade aumentam de sudoeste para nordeste e da linha de costa para o interior do município, exceto na área maioritariamente florestal, ocupada pelo Centro Desportivo Nacional do Jamor, no centro/leste do território municipal. No que respeita à vulnerabilidade futura, tendo em conta que as projeções climáticas disponíveis apontam, em geral, para uma diminuição gradual do número e intensidade de ondas de frio e dias muito frios, é expectável que o nível desta vulnerabilidade se mantenha ou venha mesmo a diminuir, ao longo do século XXI.

Quanto às tempestades (vento), a análise da vulnerabilidade relaciona-se, no que respeita aos ventos fortes em Oeiras, com as quedas de árvores de arruamento. Assim, a vulnerabilidade apresenta-se mais elevada nas áreas em que as quedas de árvores ocorreram com mais frequência, nomeadamente nas freguesias de Oeiras e S. Julião da Barra, Cruz Quebrada-Dafundo e Barcarena (vulnerabilidade “Elevada” e “Muito Elevada”). Nas restantes freguesias a vulnerabilidade é “Moderada” e “Baixa”. No que respeita à vulnerabilidade futura, é expectável que as tendências atuais, ao nível de perigosidade e distribuição espacial desta vulnerabilidade, não venham a sofrer alterações relevantes, no município de Oeiras, ao longo do século XXI.

No que respeita à ocorrência de cheias e inundações, a análise de vulnerabilidade atual e futura foi realizada para as bacias hidrográficas existentes no território de Oeiras, nomeadamente para as ribeiras da Laje, Porto Salvo, Barcarena, Algés, e rio Jamor. Os níveis máximos de

vulnerabilidade a cheias e inundações em áreas circundantes aos cursos de água analisados atingem, na situação atual, um nível de perigosidade elevada. Na análise à vulnerabilidade futura, verifica-se que existe um agravamento progressivo da perigosidade desde o presente até ao cenário de longo prazo, passando os valores máximos de perigosidade elevada, para muito elevada, e posteriormente a severa.

No que respeita à análise da vulnerabilidade atual do território do município de Oeiras a incêndios florestais, verifica-se que não existe uma diferença assinalável entre valores do índice de perigosidade de incêndio (DSR), ao longo do território de Oeiras, sendo de forma abrangente a situação no Período de Nível Reforçado IV, classificada como de risco Muito Alto no território. Verificou-se também, no território de Oeiras, um número de dias extremos, por ano, muito maior no Período de Nível Reforçado IV (9 dias) do que nos outros meses (1 dia). No que respeita à vulnerabilidade futura, projeta-se que o DSR possa aumentar ao longo do século, em particular no cenário RCP8.5 nos meses correspondentes ao final da primavera e no verão. Nesse sentido, os valores das diferenças de DSR oscilam entre 4 e 5. Acerca da variação no número de dias extremos, projeta-se que ocorrerá também um aumento destes dias, por ano, no período do final do século, que será maior no Período de Nível Reforçado IV (até cerca de 5 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 8 dias no cenário RCP8.5), do que fora deste Período (até cerca de 3 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 4 dias no cenário RCP8.5).

No que respeita à análise multirrisco dos equipamentos críticos localizados no município de Oeiras, observa-se uma tendência de aumento da vulnerabilidade das infraestruturas que apresentam já atualmente um nível de vulnerabilidade considerável. Em geral, o aumento da frequência de eventos de ondas de calor é responsável por um aumento Elevado em todas as infraestruturas críticas do Município no final do século. Projeta-se também que todas as infraestruturas que apresentam um aumento superior a Elevado possam vir a ser afetadas por cheias e inundações pluviais e/ou costeiras.

Finalmente, considerou-se o modo de gestão atual do Sistema Municipal de Proteção Civil, face às situações de ocorrência de eventos dos diferentes tipos de vulnerabilidades referidas. A este nível, verificou-se que, em regra, estão especificados no Plano Municipal de Emergência da Proteção Civil de Oeiras os modos de atuação no que respeita a situações de alerta, medidas de contingência e respetiva informação à população. A responsabilidade na gestão destas situações encontra-se geralmente a cargo das autoridades de Proteção Civil, as quais se articulam, caso se revele necessário, com as outras autoridades relevantes para a gestão de cada tipo de vulnerabilidade.

6. BIBLIOGRAFIA

ANPC, 2016a. Onda de Calor.

ANPC, 2016b. Vaga de Frio.

APA, 2015. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas - Fase 1 [WWW Document]. URL <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=118&sub3ref=391> (accessed 2.2.19).

Calheiros, T., Dias, L., Marreiros, S., Lourenço, T.C., Santos, F.D., Carvalho, S., 2016. ClimAdaPT.Local - Fichas Climáticas. Lisboa.

Canadian Forest Service, 2018. Canadian Wildland Fire Information System.

Carvalho, A., Flannigan, M.D., Logan, K.A., Gowman, L.M., Miranda, A.I., Borrego, C., 2009. The impact of spatial resolution on area burned and fire occurrence projections in Portugal under climate change. *Clim. Change* 98, 177. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9667-2>

Cary, G.J., Keane, R.E., Gardner, R.H., Lavorel, S., Flannigan, M.D., Davies, I.D., Li, C., Lenihan, J.M., Rupp, T.S., Mouillot, F., 2006. Comparison of the Sensitivity of Landscape-fire-succession Models to Variation in Terrain, Fuel Pattern, Climate and Weather. *Landsc. Ecol.* 21, 121–137. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-7302-9>

CMO, 2010. Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil de Oeiras.

DGS, 2017. Saúde Sazonal: Inverno & Saúde. Plano de Contingência para temperaturas extremas adversas.

DGS, 2016. Saúde Sazonal: Verão & Saúde. Plano de Contingência para temperaturas extremas adversas.

Durão, R.M., Corte-Real, J., 2006. Alterações climáticas: futuro dos acontecimentos extremos e do risco de incêndio, in: Pereira, J.S., Pereira, J.M.C., Rego, F., Silva, J.M.N., Silva, T.P. (Eds.), *Incêndios Florestais Em Portugal. Caracterização, Impactes e Prevenção*. ISA Press, Lisboa, pp. 231–255.

ECMWF, E.C. for M.-R.W.F., 2018. ERA-Interim [WWW Document].

EEA, 2012. Urban Atlas 2012. European Environment Agency (EEA) under the framework of the Copernicus programme - copernicus@eea.europa.eu.

EFFIS, 2018. European Forest Fire Information System [WWW Document].

EURO-CORDEX, 2018. EURO-CORDEX - Coordinated Downscaling Experiment - European Domain [WWW Document].

Europæiske, M., 2017. Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe: enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices. European Environment Agency.

Flannigan, M., Cantin, A.S., de Groot, W.J., Wotton, M., Newbery, A., Gowman, L.M., 2013. Global wildland fire season severity in the 21st century. *For. Ecol. Manage.* 294, 54–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.022>

- Flannigan, M.D., Logan, K.A., Amiro, B.D., Skinner, W.R., Stocks, B.J., 2005. Future Area Burned in Canada. *Clim. Change* 72, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-5935-y>
- Flannigan, M.D., Wotton, B.M., Marshall, G.A., de Groot, W.J., Johnston, J., Jurko, N., Cantin, A.S., 2016. Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications. *Clim. Change* 134, 59–71. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1521-0>
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., Goodess, C.M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Glob. Planet. Change* 68, 209–224. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.06.001>
- IPMA, 2018. Portal do Clima [WWW Document]. URL <http://portaldoclima.pt/pt/>
- Loughnan, M., Nicholls, N., Tapper, N.J., 2012. Mapping Heat Health Risks in Urban Areas. *Int. J. Popul. Res.* 2012, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2012/518687>
- Moriondo, M., Good, P., Durão, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J., 2006. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Clim. Res.* 31, 85–95. <https://doi.org/10.3354/cr031085>
- Oliveira, A., Cabral, A.J.R., Martins, M.F.O., Cabral, P., Mendes, J.M., Carreira, M., 2016. Poor housing and stroke mortality in population over 64 years old at the parish level, in mainland Portugal. *GeoJournal* 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10708-016-9712-4>
- Parente, J., Pereira, M.G., Tonini, M., 2016. Space-time clustering analysis of wildfires: The influence of dataset characteristics, fire prevention policy decisions, weather and climate. *Sci. Total Environ.* 559, 151–165. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.129>
- Pereira, M.G., Caramelo, L., Orozco, C.V., Costa, R., Tonini, M., 2015. Space-time clustering analysis performance of an aggregated dataset: The case of wildfires in Portugal. *Environ. Model. Softw.* 72, 239–249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.05.016>
- Pereira, M.G., Trigo, R.M., da Camara, C.C., Pereira, J.M.C., Leite, S.M., 2005. Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agric. For. Meteorol.* 129, 11–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.12.007>
- Seltenrich, N., 2015. Between Extremes: Health Effects of Heat and Cold. *Environ. Health Perspect.* 123. <https://doi.org/10.1289/ehp.123-A275>
- Smith, K.R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D.D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J.M., Revich, B., Sauerborn, R., 2014. Human health: impacts, adaptation, and co-benefits, in: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (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*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 709–754.
- Sperling, F., Szekely, F., 2005. *Disaster Risk Management in a Changing Climate*.
- Trigo, R.M., Pereira, J.M.C., Pereira, M.G., Mota, B., Calado, T.J., Dacamara, C.C., Santo, F.E., 2006. Atmospheric conditions associated with the exceptional fire season of 2003 in

Portugal. *Int. J. Climatol.* 26, 1741–1757. <https://doi.org/10.1002/joc.1333>

Van Wagner, C.E., Pickett, T.L., 1985. Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System. Chalk River, Ontario.

Ventura, J., Vasconcelos, M.J., 2006. O Fogo como Processo Físico-Químico e Ecológico, in: Pereira, J.S., Pereira, J.M.C., Rego, F.C., Silva, J.M.N., da Silva, T.P. (Eds.), *Incêndios Florestais Em Portugal. Caracterização, Impactes e Prevenção*. ISA Press, Lisboa, pp. 93–114.

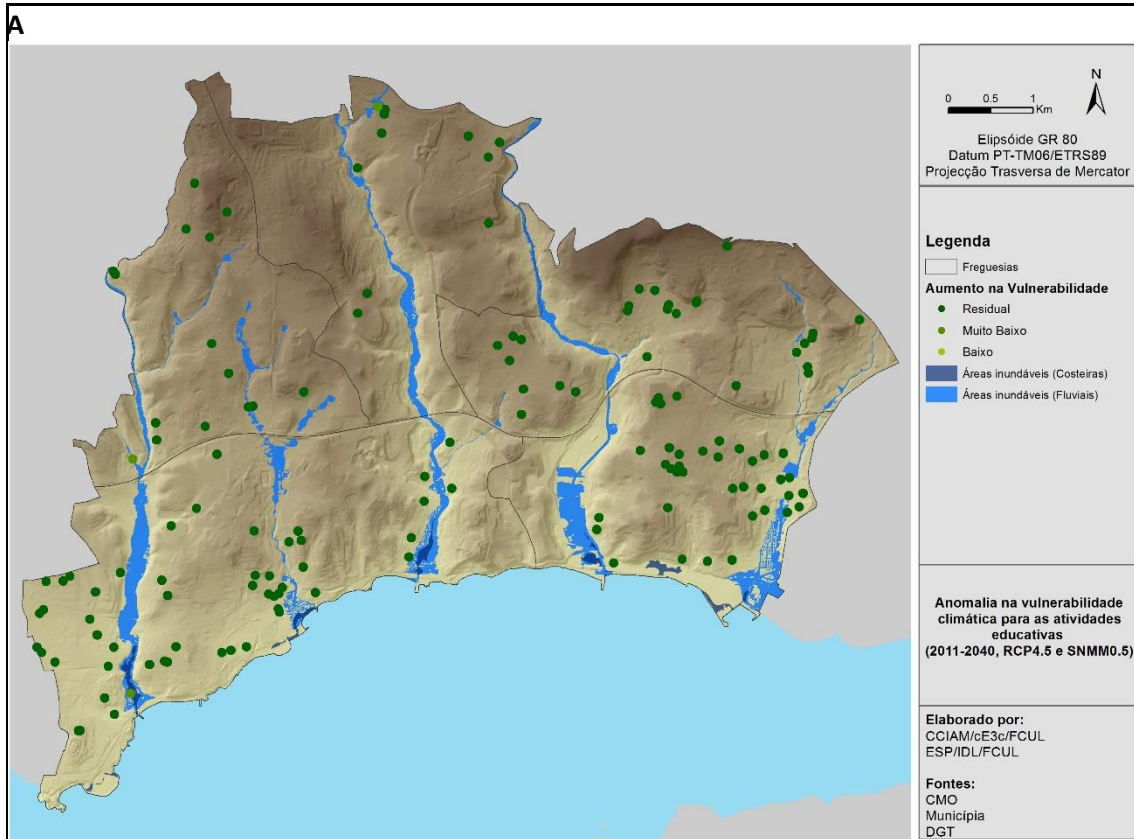
Viegas, D.X., Bovio, G., Ferreira, A., Nosenzo, A., Sol, B., 1999. Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe. *Int. J. Wildl. Fire* 9, 235. <https://doi.org/10.1071/WF00015>

Wagner, C.E. van, 1987. Development and structure of the Canadian forest fire weather index system / C.E. van Wagner, Forestry technical report ; 35. Canadian Forestry Service, Ottawa.

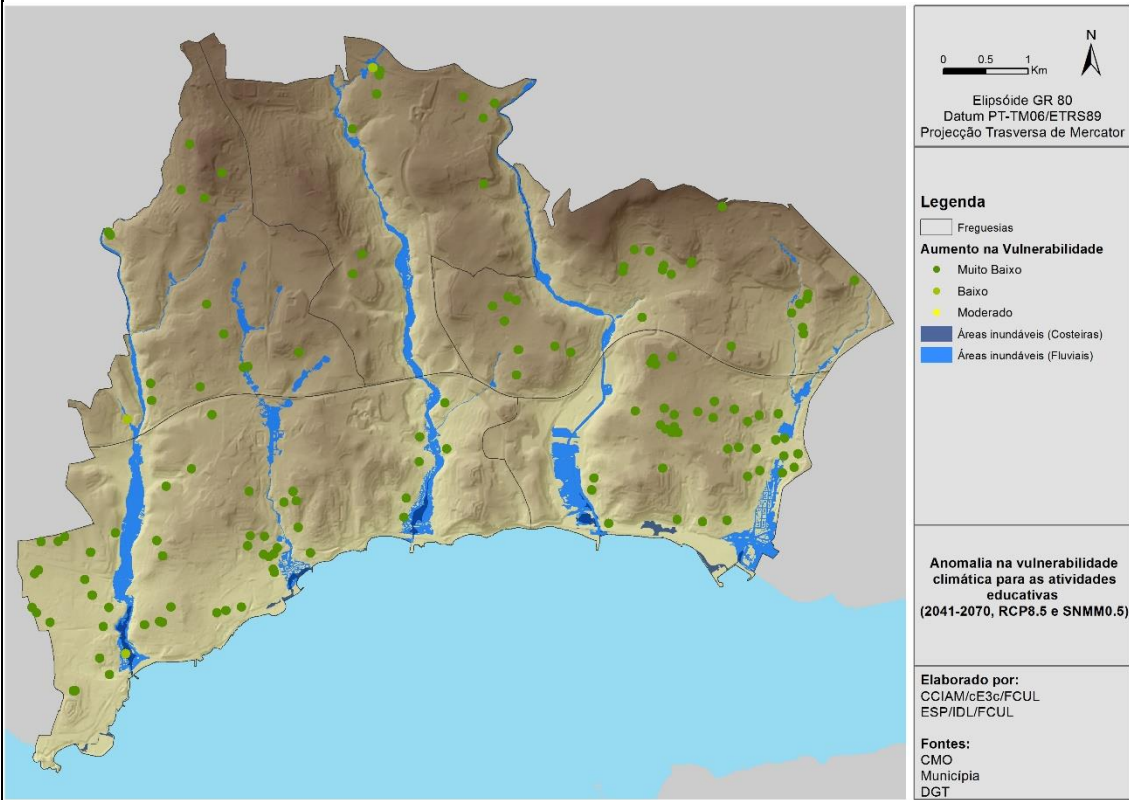
7. ANEXOS

Avaliação multiriscos de infraestruturas (pontos críticos)

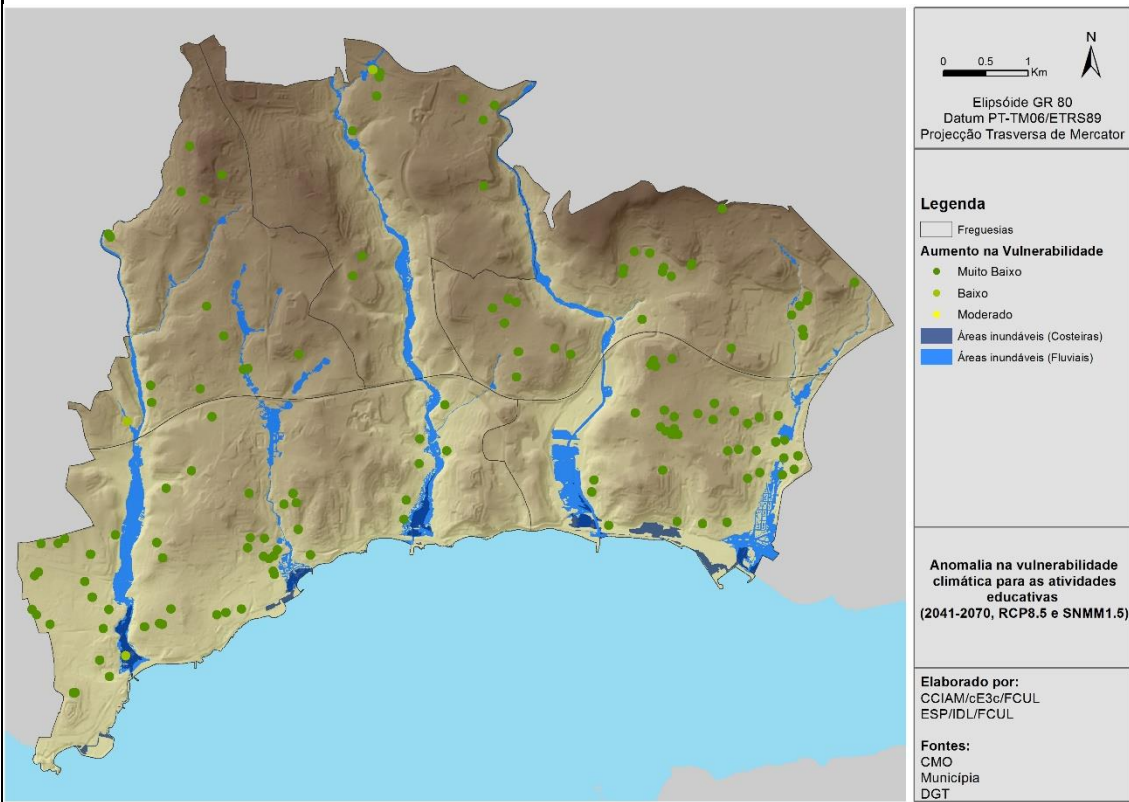
Atividades educativas



B



C



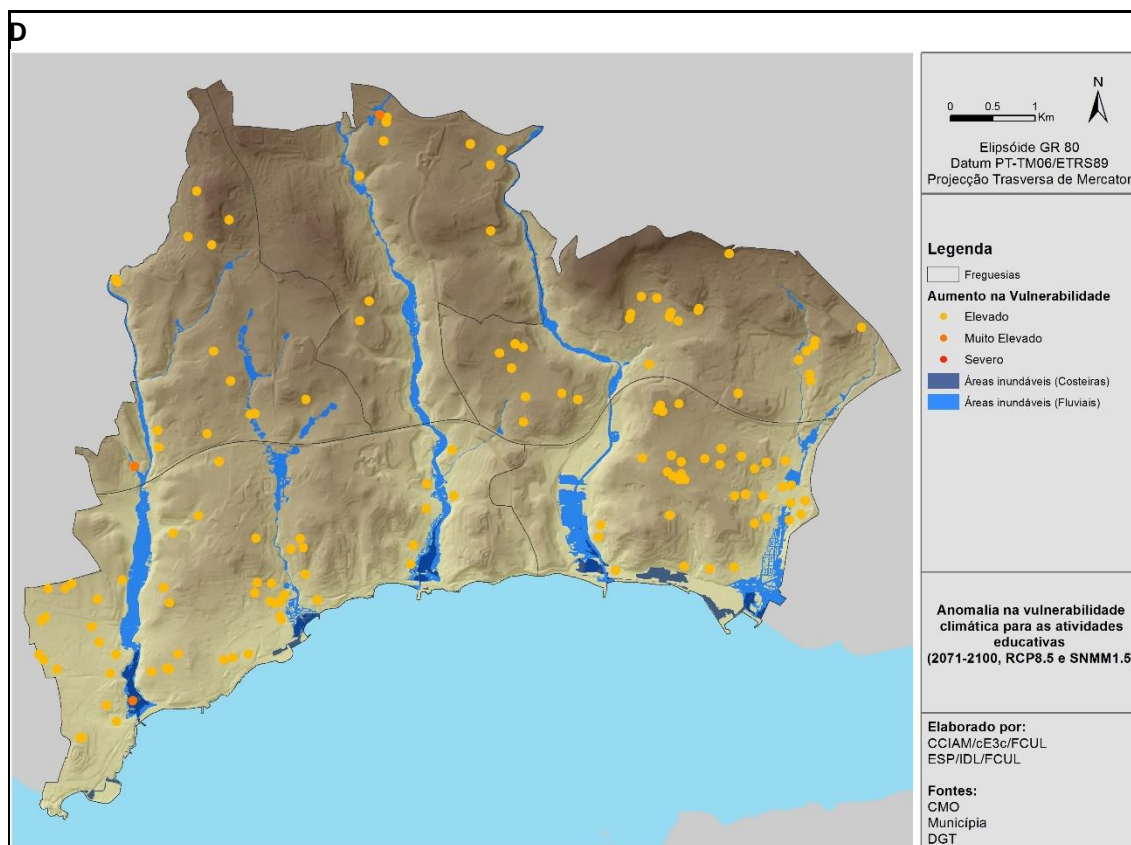
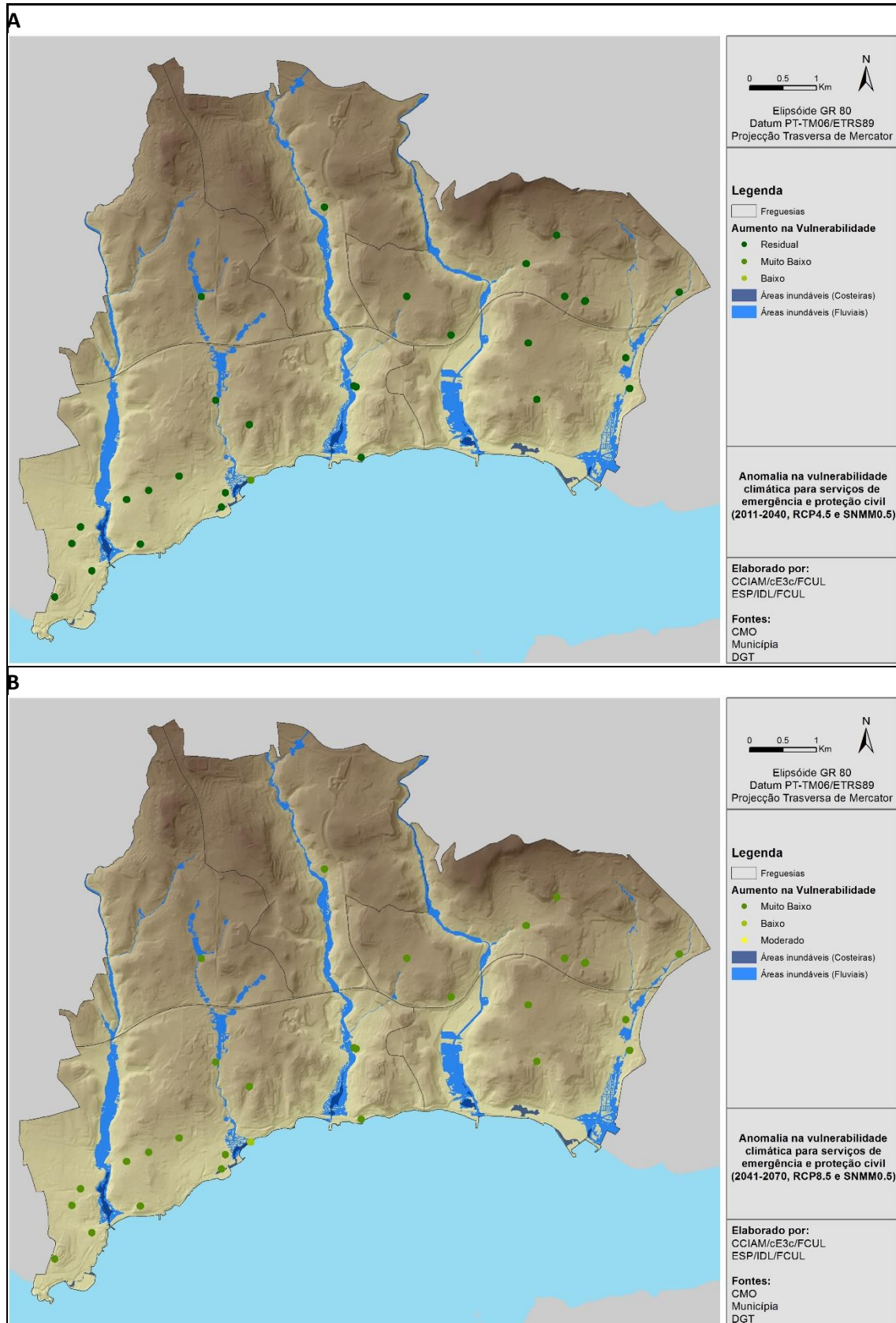


Figura 23 - Vulnerabilidade climática projetada para 2011-2040 no RCP4.5 e SNMM de 0,5 m (A), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 0,5 m (B), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (C) e para 2071-2100 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (D), relativa às atividades educativas

Serviços de emergência e proteção civil



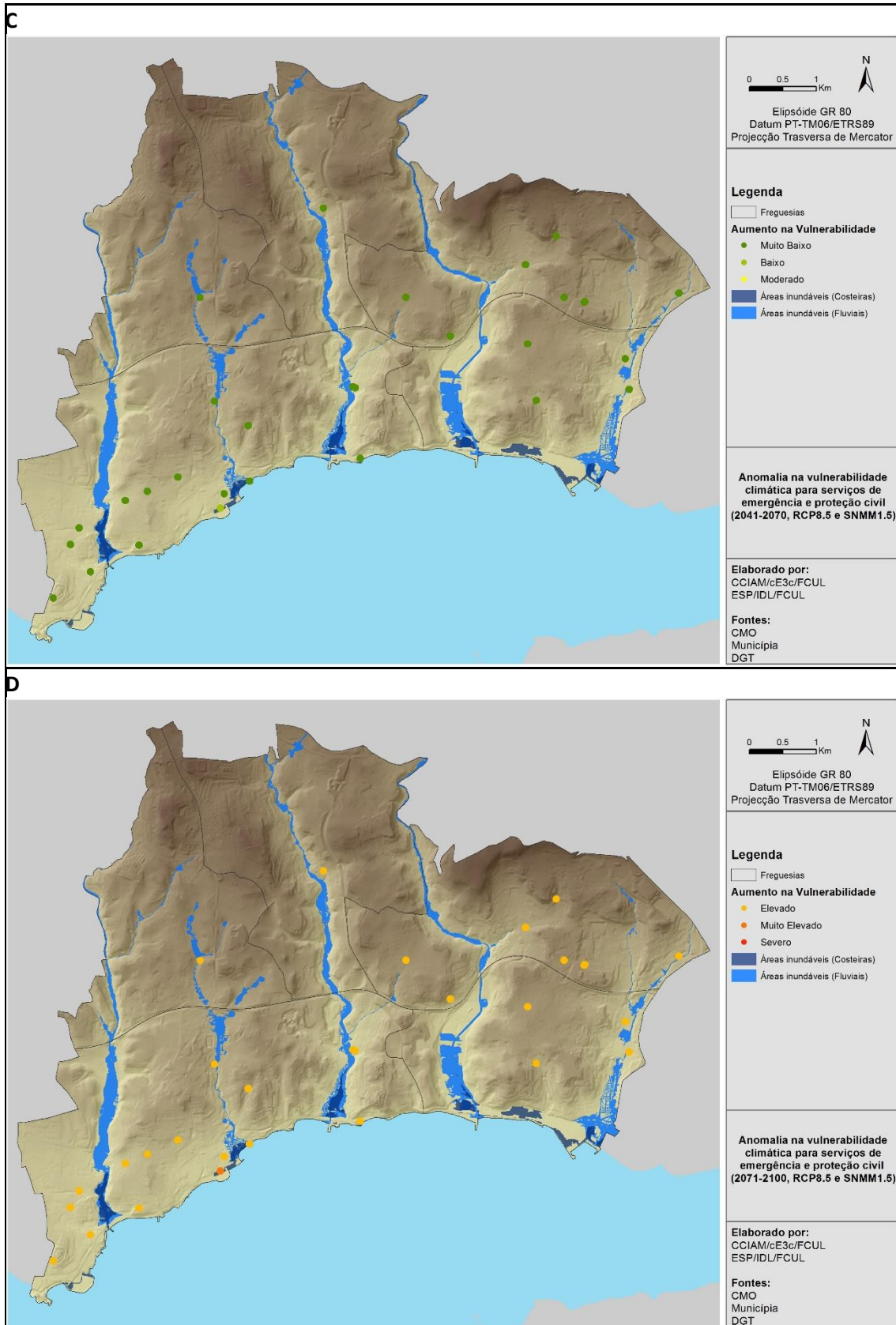
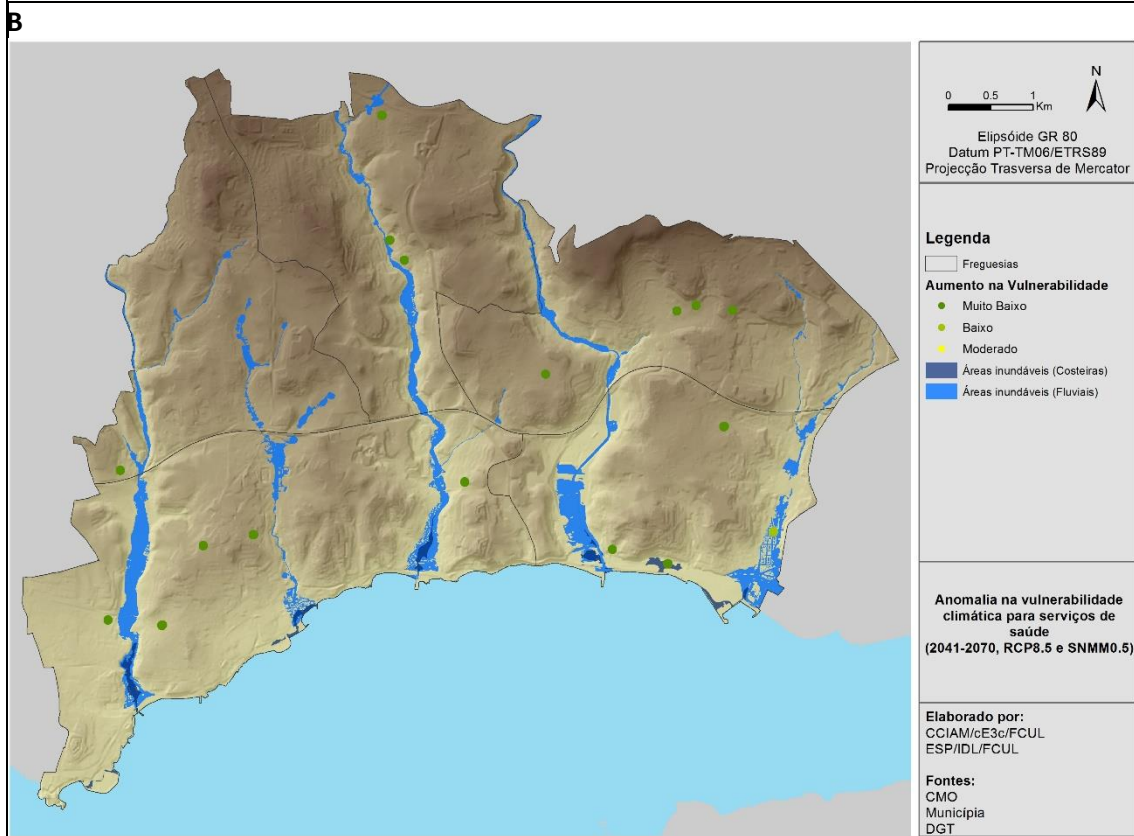
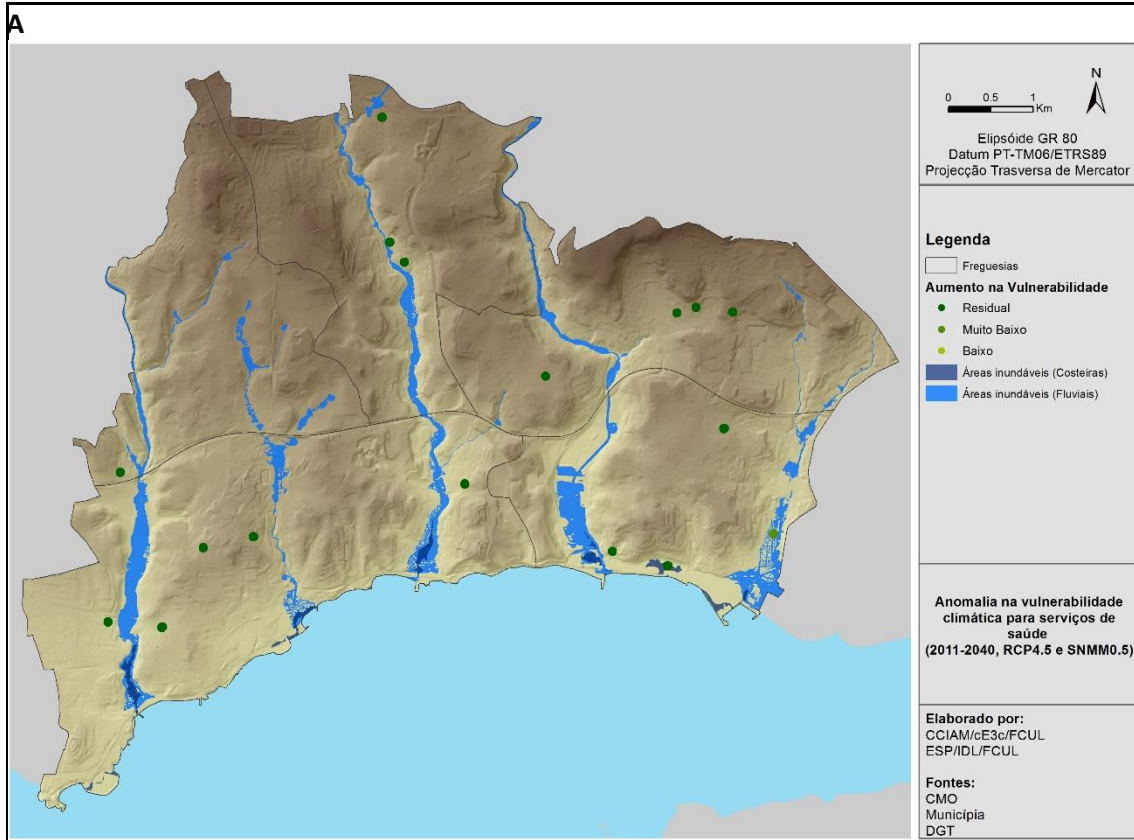


Figura 24 - Vulnerabilidade climática projetada para 2011-2040 no RCP4.5 e SNMM de 0,5 m (A), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 0,5 m (B), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (C) e para 2071-2100 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (D), relativo aos serviços de emergência e proteção civil

Serviços de saúde



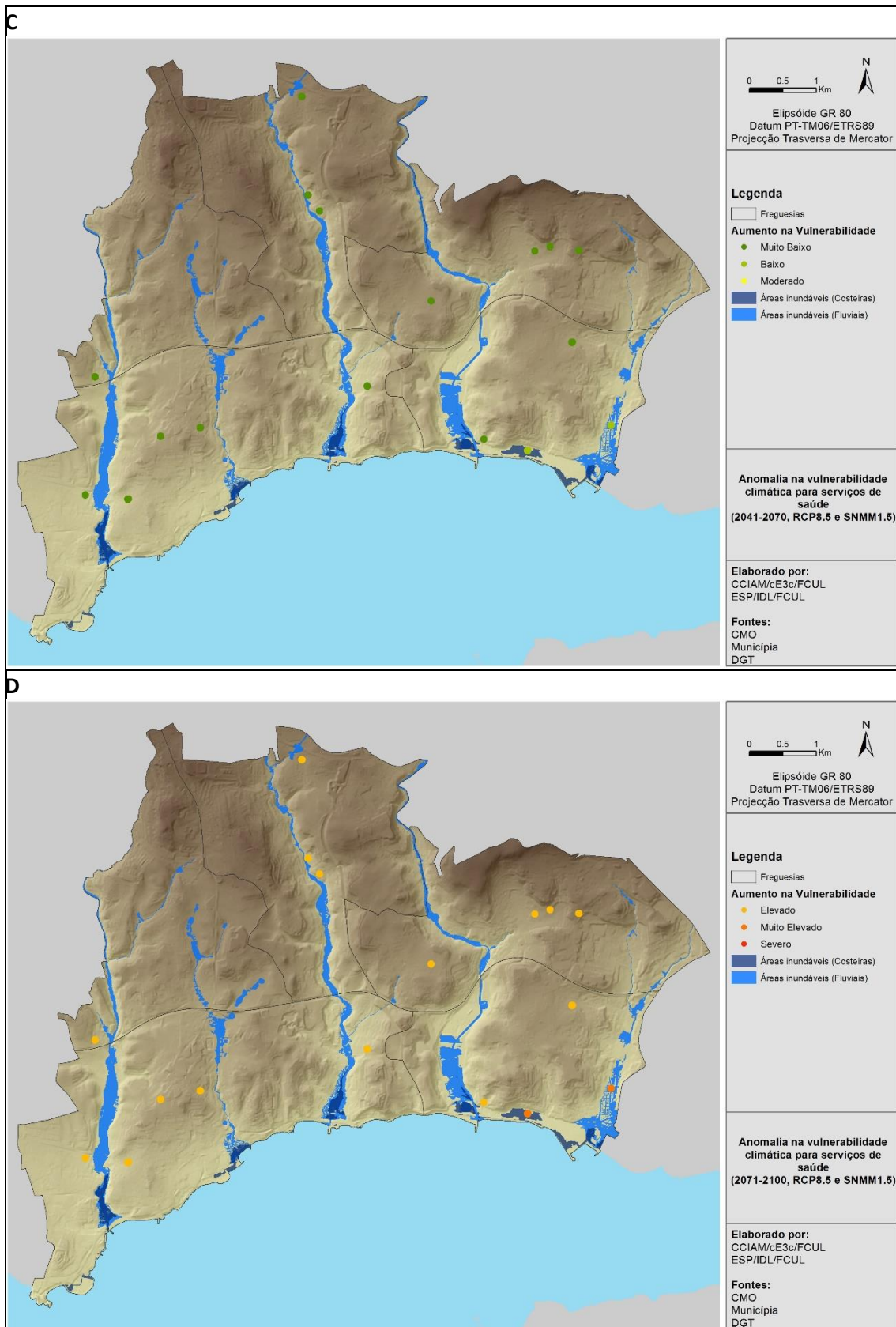
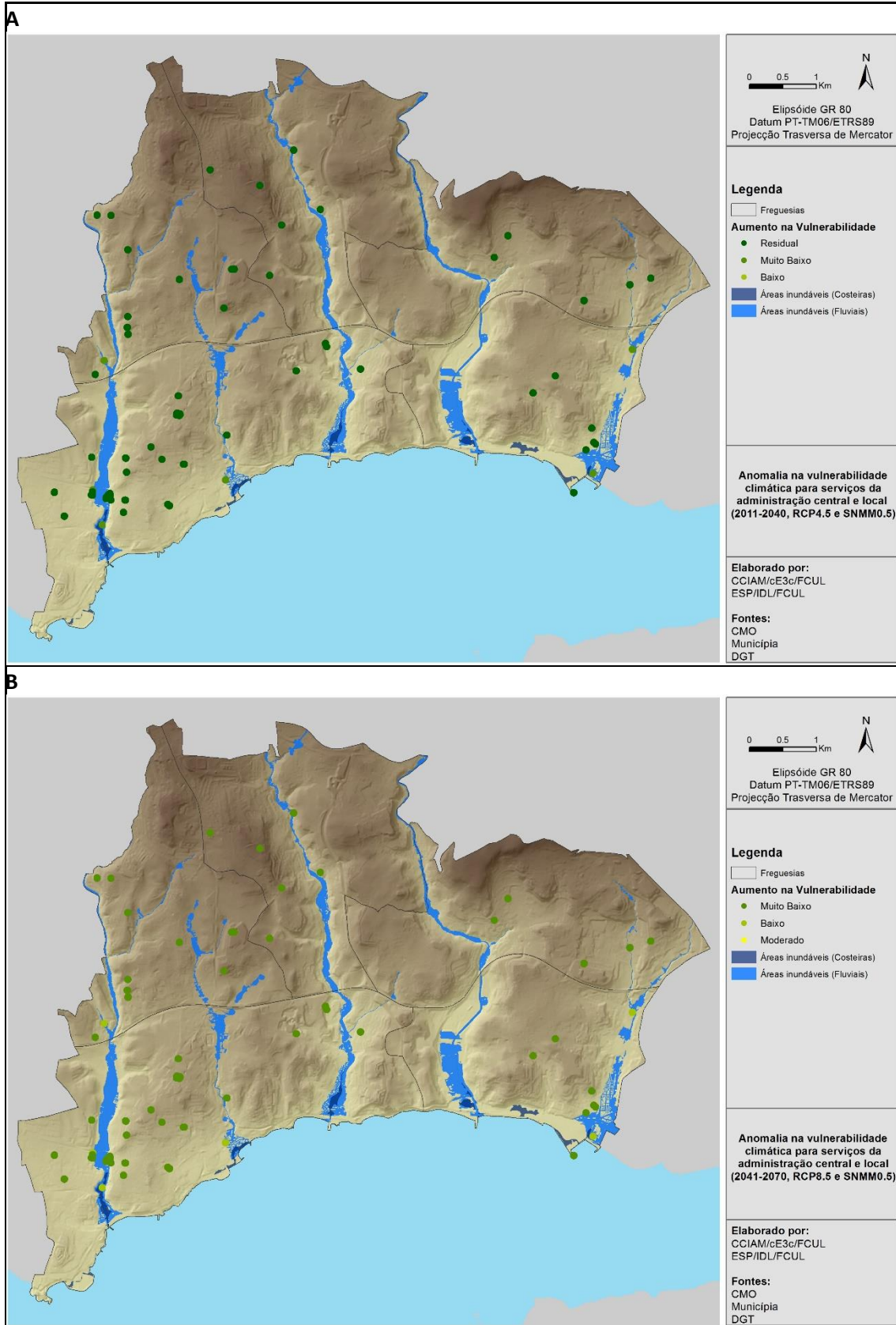


Figura 25 - Vulnerabilidade climática projetada para 2011-2040 no RCP4.5 e SNMM de 0,5 m (A), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 0,5 m (B), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (C) e para 2071-2100 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (D), relativo aos serviços de saúde

Serviços da administração central e local



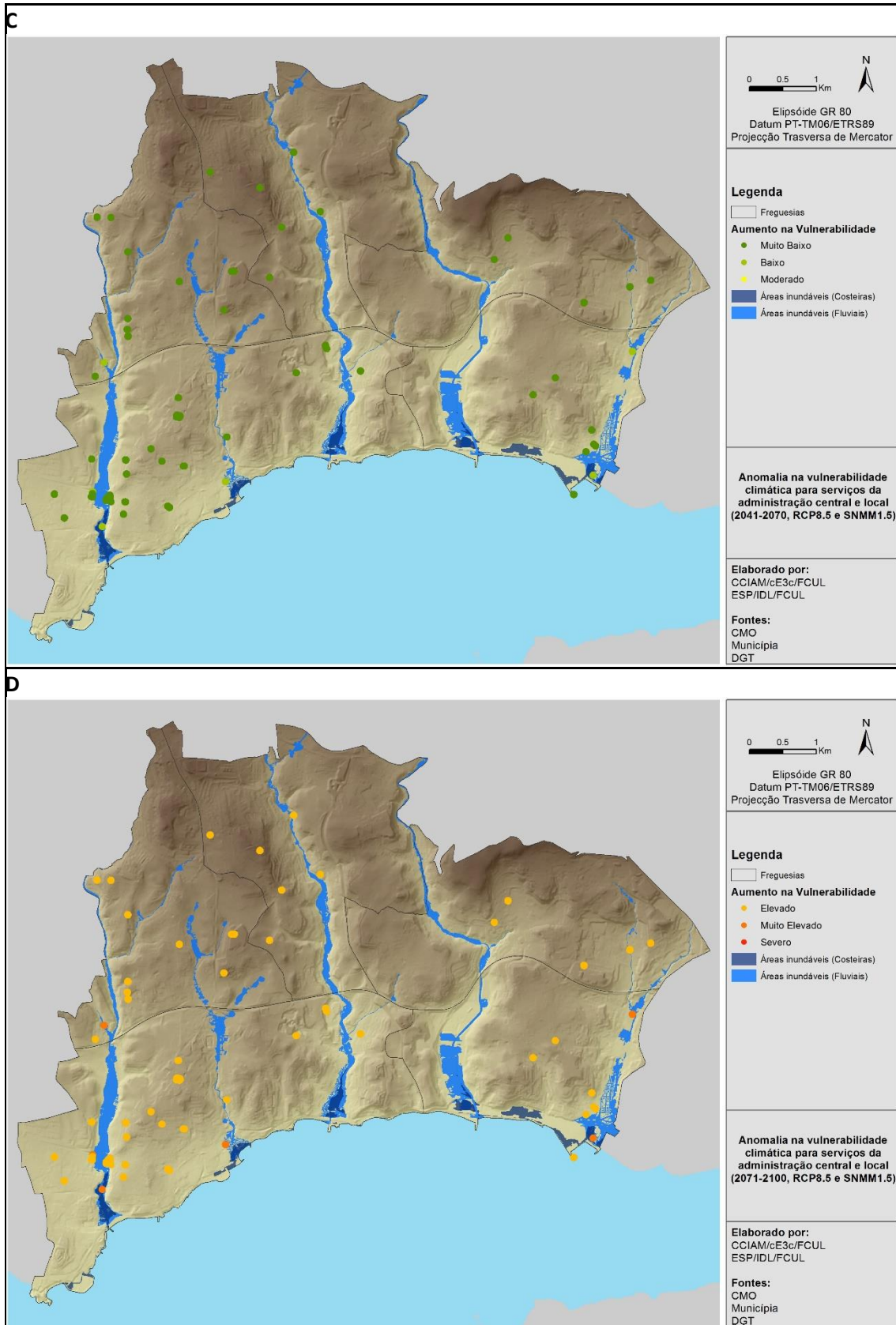
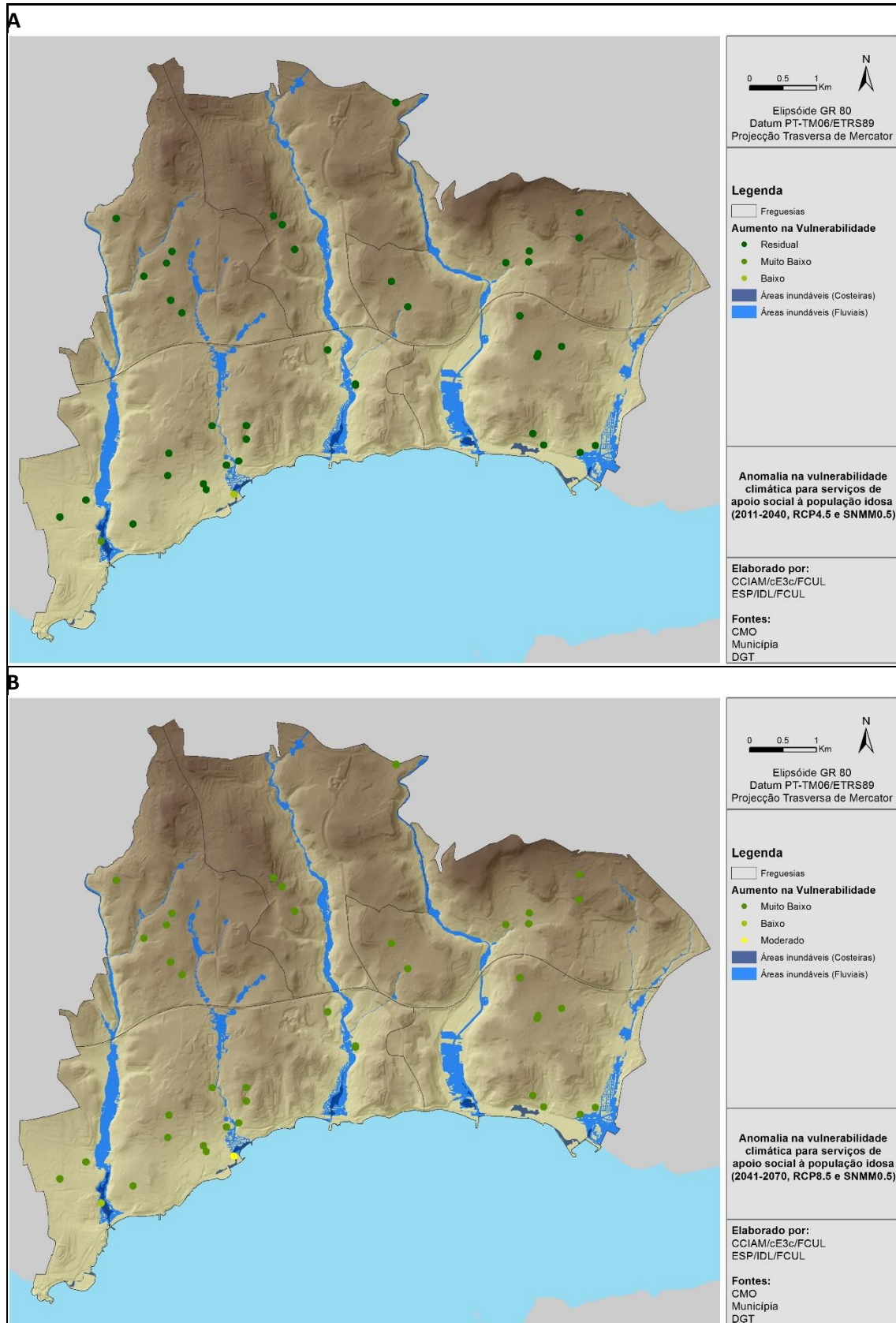
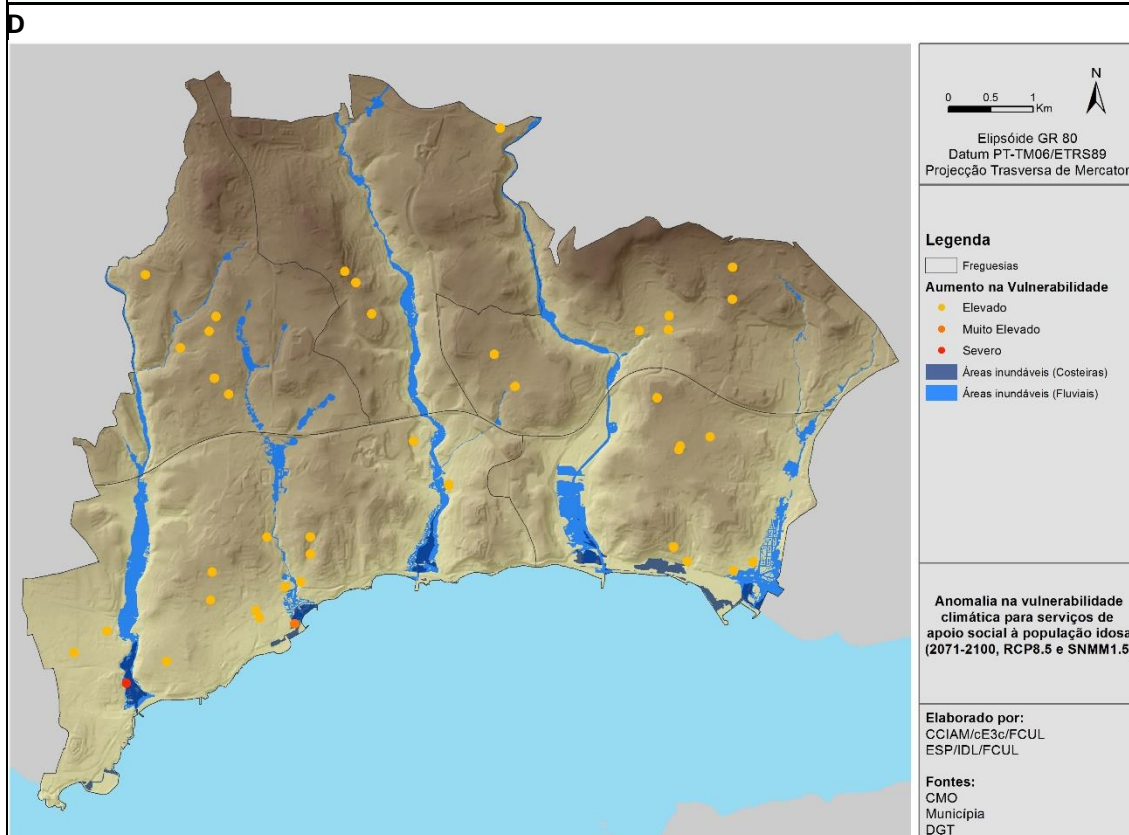
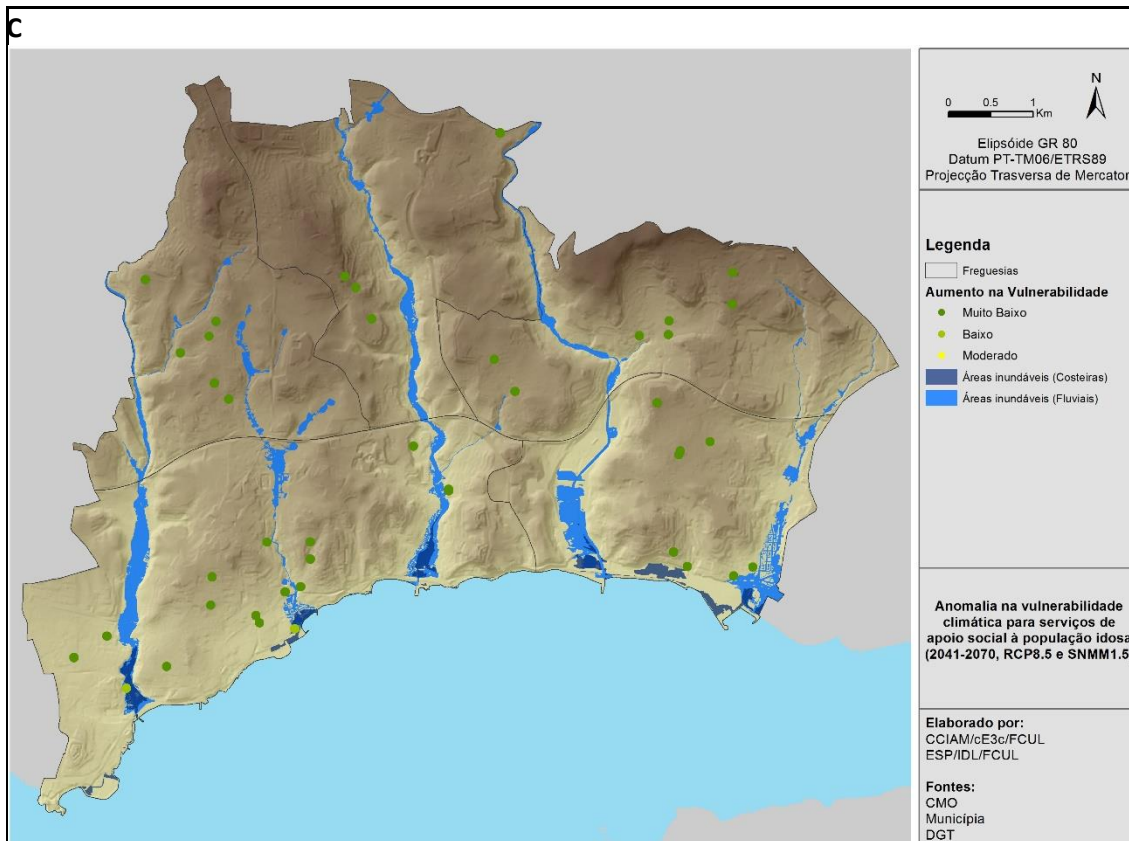


Figura 26 - Vulnerabilidade climática projetada para 2011-2040 no RCP4.5 e SNMM de 0,5 m (A), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 0,5 m (B), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (C) e para 2071-2100 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (D), relativo aos serviços da administração central e local

Serviços de apoio à população idosa





Vulnerabilidade climática projetada para 2011-2040 no RCP4.5 e SNMM de 0,5 m (A), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 0,5 m (B), para 2041-2070 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (C) e para 2071-2100 no RCP8.5 e SNMM de 1,5 m (D), relativo aos serviços de apoio à população idosa

8. FICHA TÉCNICA

Título

Plano Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Oeiras (PMAACO) – Relatório Segurança de Pessoas e Bens 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)