

a. . .
. . m. área
. l. . metropolitana
de lisboa

plano metropolitano de adaptação às alterações climáticas



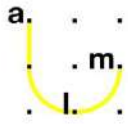
Setúbal

Plano municipal de identificação
de riscos e de vulnerabilidades (REVISÃO)

P087 | 30.11.2019

Cofinanciado por:





Índice

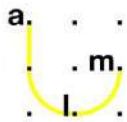
1. Introdução	11
1.1. Âmbito	11
1.2. Conceitos fundamentais de adaptação	12
1.3. Metodologia	18
1.3.1. Identificação e avaliação de riscos atuais e futuros	20
1.3.2. Análise de sensibilidade a estímulos climáticos	25
1.3.3. Análise da capacidade adaptativa	27
1.3.4. Avaliação de impactes climáticos	29
1.3.5. Análise das vulnerabilidades climáticas atuais e futuras	30
1.3.6. Limitações metodológicas	35
2. Contexto climático	39
3. Riscos climáticos	45
4. Análise de sensibilidade a estímulos climáticos	59
4.1. Agricultura e florestas	59
4.2. Biodiversidade e paisagem	61
4.3. Economia	64
4.4. Energia e segurança energética	68
4.5. Recursos hídricos	71
4.6. Saúde humana	74
4.7. Segurança de pessoas e bens	77
4.8. Transportes e comunicações	79
4.9. Zonas costeiras e mar	81
5. Capacidade adaptativa	87
6. Vulnerabilidades climáticas atuais e futuras	91
6.1. Impactes climáticos atuais	91
6.2. Vulnerabilidades climáticas atuais e futuras	92
Ficha Técnica - Equipa PMAAC-AML	107

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo das alterações climáticas	14
Figura 2. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática	17
Figura 3. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática	31
Figura 4. Abordagem metodológica para identificação e avaliação de vulnerabilidades climáticas atuais e futuras	31
Figura 5. Posicionamento do concelho de Setúbal nas unidades morfoclimáticas do território metropolitano	39
Figura 6. Principais tendências climáticas observadas no território metropolitano (1971-2016)	41
Figura 7. Projeções bioclimáticas no território metropolitano (2041-2070 e 2071-2100)	43
Figura 8. Evolução do consumo de energia elétrica - Setúbal (1994-2016)	69
Figura 9. Evolução do consumo de energia per capita - Setúbal (2001-2016)	70
Figura 10. Sensibilidade do consumo de energia elétrica do setor doméstico a fatores climáticos e socioeconómicos (2000-2016) - Setúbal	70
Figura 11. Índice de capacidade adaptativa na AML e no concelho	88

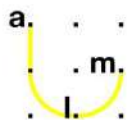
Índice de tabelas

Tabela 1. Impactes estimados pela ocorrência de eventos climáticos extremos	15
Tabela 2. Síntese de conceitos-chave de adaptação às alterações climáticas	18
Tabela 3. Métodos utilizados na avaliação de riscos climáticos na Área Metropolitana de Lisboa relevantes para Setúbal	20
Tabela 4. Definição das classes de suscetibilidade de vento forte na Área Metropolitana de Lisboa	25
Tabela 5. Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos analisados, por tipo de risco	26
Tabela 6. Matriz de construção dos índices de vulnerabilidade climática atual e futura relevantes para Setúbal	32
Tabela 7. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'agricultura e florestas'	60
Tabela 8. Síntese de sensibilidade dos valores biológicos mais importantes presentes no concelho	63
Tabela 9. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'biodiversidade e paisagem'	63
Tabela 10. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'economia'	67
Tabela 11. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'energia e segurança energética'	71
Tabela 12. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'recursos hídricos'	74
Tabela 13. Indicadores de sensibilidade	76
Tabela 14. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'saúde humana'	76
Tabela 15. Sensibilidade a estímulos climáticos por freguesia do município de Setúbal, para a população (Pop.), Edifícios (Edif.) e Alojamentos (Aloj.)	78
Tabela 16. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'segurança de pessoas e bens'	78
Tabela 17. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'transportes e comunicações'	80
Tabela 18. Resumo do Litoral do Município de Setúbal	82
Tabela 19. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'zonas costeiras e mar'	84
Tabela 20. Indicadores e índice de capacidade adaptativa: valores e posição relativa no contexto metropolitano	87
Tabela 21. Síntese dos eventos climáticos extremos registados no concelho, entre 2000 e 2018	91



Siglário

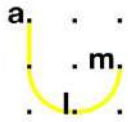
%	Percentagem
€	Euro
>, <, =	Maior, menor, igual
AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
Aloj.	Alojamentos
AML	Área Metropolitana de Lisboa
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ARH	Administração da Região Hidrográfica
BGE	Base de Georreferenciação de Edifícios
BGRI	Base Geográfica de Referenciação de Informação
CBg	Central de biogás
CB _m	Central de Biomassa
CEDRU	Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano
cf.	Do latim <i>confer</i> (confronte, confira, confirme)
Cg	Central de cogeração
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP	Conferência das Partes
COS	Carta de Uso e Ocupação do Solo
CS	Central Solar Fotovoltaica
DGEG	Direção-Geral de Energia e Geologia
e.g.	Do latim <i>exempli grata</i> (por exemplo)
Edif.	Edifícios
EDP	Empresa Energias de Portugal
EN	Estrada Nacional
ENAAC	Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
Etc.	Do latim <i>et cetera</i> ou <i>et caetera</i> (quanto ao mais, de resto)
GEE	Gases com Efeito de Estufa
Gt	Gigatonelada
ha	hectares
Hab.	Habitantes
Hm ³	hectómetros cúbicos
IC	Itinerário Complementar



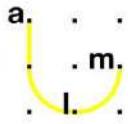
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

ICI	Índice de conhecimento infraestrutural
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.,
IGOT	Instituto de Geografia e Ordenamento do Território
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
km	Quilómetro
kWh	Quilowatt-hora
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LR	<i>Likelihood Ratio</i>
m	Metro
m/s	Metro por segundo
m ²	Metro quadrado
MDT	Modelo Digital de Terreno
mm	Milímetros
MW	Megawatt
N.º/ n.º	Número
N ₂ O	Óxido Nitroso
nd	Não disponível
ONU	Organização das Nações Unidas
O ₃	Ozono troposférico
°C	Grau celsius
PGRI	Planos de Gestão de Riscos de Inundações
PIC	Perfil de Impactes Climáticos
PMAAC-AML	Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa
PMDFCI	Planos Municipais de Defesa da Floresta contra Incêndios
Pop.	População
PS	Península de Setúbal
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
REN	Reserva Ecológica Nacional
REN	Redes Energéticas Nacionais
SAU	Superfície Agrícola Utilizada
SE	Subestação
SIARL	Sistema de Administração do Recurso Litoral
SIC	Sítios de Interesse Comunitário
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SPI	<i>Standardized Precipitation Index</i>



TIS	Transportes Inovação e Sistemas
Tmax	Temperatura Máxima
UF	União das Freguesias
UKCIP	<i>United Kingdom Climate Impacts Programme</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
URCH	Unidades de Resposta Climática Homogénea
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VTS	Vales do Tejo e Sado
W	<i>watt</i>
WE Consultants	<i>MEGALOCI – Plataforma Empresarial e Território</i>
ZAC	Zona Ameaçada por Cheias
ZEP	Zonas Especiais de Proteção
ZI	Zona de intervenção
ZI	Zona industrial
zo	Rugosidades aerodinâmicas
ZPE	Zonas de Proteção Especial



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 1. Introdução

Cofinanciado por:



1. Introdução

1.1. Âmbito

O 'Plano Municipal de Identificação de Riscos e de Vulnerabilidades de Setúbal' foi desenvolvido no âmbito do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa (PMAAC-AML).

O PMAAC-AML, promovido pela AML, foi desenvolvido por uma equipa técnica multidisciplinar do consórcio constituído pelo CEDRU (Centro de Estudos e Desenvolvimento Regional e Urbano), IGOT (Instituto de Geografia e Ordenamento do Território), WE CONSULTANTS (MEGALOCI – Plataforma Empresarial e Território), TIS (TIS.pt – Consultores em Transportes Inovação e Sistemas) e ESRI (ESRI Portugal – Sistemas e Informação Geográfica), selecionada para a sua realização após concurso público.

O PMAAC-AML é um instrumento fundamental para preparar a comunidade metropolitana, nomeadamente os seus atores estratégicos – públicos e privados –, para lidarem com os desafios que as alterações climáticas irão colocar, estabelecendo o caminho adaptativo de âmbito regional que permitirá, em complementaridade com as abordagens de escala local, criar condições para reduzir a vulnerabilidade climática atual e futura da região metropolitana.

Assume-se, por isso, como um instrumento fundamental para dinamizar a adaptação em cada município – a promover pelas autarquias – estabelecendo uma estratégia metropolitana que potencia sinergias intermunicipais no conhecimento dos riscos e das vulnerabilidades, na concretização de opções de adaptação e na mobilização dos atores e das populações.

Assim, o Plano Metropolitano pretende apoiar e complementar o planeamento adaptativo de âmbito municipal, facilitando a sua concretização através: (i) da produção de conhecimento climático; (ii) da sistematização de informação sobre riscos, impactes e vulnerabilidades; (iii) da identificação de soluções de adaptação para problemas comuns; (iv) da criação de opções de adaptação de escala regional; (v) da capacitação dos técnicos municipais; (vi) da sensibilização da comunidade em geral.

O 'Plano Municipal de Identificação de Riscos e de Vulnerabilidades de Setúbal', resulta das análises à escala regional que foram produzidas durante a 'Fase 2 – Impactes e Vulnerabilidade' de elaboração do PMAAC-AML. Estas análises estão suportadas em informação produzida: (i) na 'Fase 1 – Cenário Base', que permitiu conhecer o comportamento atual do Clima na Área Metropolitana de Lisboa e os cenários de evolução possível até ao final do século, em resultado de diferentes cenários climáticos definidos pelo IPCC (RCP 4.5 e 8.5).

Importa destacar que o presente documento constitui um enfoque da análise realizada à escala regional, pelo que embora permita comunicar melhor os impactes e as vulnerabilidades em cada

município, não dispensa análises mais finas, às escalas municipal e local, essenciais para a integração da adaptação nas políticas locais, como o ordenamento do território e o urbanismo.

O 'Plano Municipal de Identificação de Riscos e de Vulnerabilidades de Setúbal' está organizado em seis pontos:

- Apresentação dos conceitos fundamentais e da metodologia adotada para o desenvolvimento das várias componentes de análise relacionadas com a avaliação de riscos, sensibilidade e vulnerabilidades climáticas atuais e futuras;
- Apresentação do contexto climático atual e futuro de referência;
- Identificação e avaliação dos riscos climáticos atuais e futuros relevantes no concelho;
- Análise da sensibilidade climática de cada um dos setores estratégicos de adaptação aos estímulos climáticos;
- Avaliação da capacidade adaptativa institucional e da comunidade local para lidar com a mudança climática;
- Avaliação dos impactes atuais e das vulnerabilidades atuais e futuras do concelho a cada um dos riscos climáticos.

A elaboração deste documento e das análises que contempla, apenas foi possível pela colaboração técnica prestada pela Câmara Municipal de Setúbal, designadamente na disponibilização de informação estatística e cartográfica. Estes dados permitiram, por um lado, conhecer os impactes do clima atual no município, e, por outro lado, aferir a sensibilidade climática setorial. A equipa técnica presta o seu agradecimento a todos os que concederam este apoio indispensável.

1.2. Conceitos fundamentais de adaptação

O aquecimento global que se tem observado à escala planetária tem sido motivo de preocupação por parte da comunidade internacional, em virtude de estar a ocorrer a um ritmo sem precedentes nos últimos 1.300 anos e porque o aumento das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) ¹ tem sido resultado, sobretudo, de ações antropogénicas. A temperatura média do planeta atualmente é superior em mais de 1°C à observada durante o século XIX, sendo que os últimos três decénios foram mesmo os mais quentes desde 1850 (ano a partir do qual existem registos).

As emissões de GEE têm vindo a aumentar consideravelmente desde a era pré-industrial, consequência, em grande parte, do crescimento populacional (em 1750, a população mundial

¹ Substâncias gasosas que absorvem parcialmente a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, dificultando a sua saída para a atmosfera. Impedem, deste modo, uma perda relevante de calor, mantendo o Planeta aquecido, alterando o fenómeno natural de "efeito de estufa" que possibilita a manutenção da vida na Terra, impedindo que a temperatura seja muito baixa.

rondava os 791 milhões de habitantes; em 2017, ultrapassava os 7,6 mil milhões) e de um modelo de crescimento económico intensivo na exploração e utilização de recursos, de que são exemplos os padrões de consumo massificados, os modelos de produção e uso de energia e a forma de ocupação e uso do solo.

Esta tendência resultou em concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) em níveis sem precedentes ou, pelo menos, nos últimos 800.000 anos. Por exemplo, entre 1750 e 2011, as emissões antropogénicas de CO₂ para a atmosfera alcançaram 2040 ± 310 GtCO₂. Um total de 40% destas emissões permaneceram na atmosfera (880 ± 35 Gt CO₂) e o restante foi armazenado em terra (em plantas e solos) ou nos oceanos, que absorveram cerca de 30% do CO₂ emitido, explicando a sua acidificação crescente. Metade das emissões antropogénicas de CO₂ verificadas neste período ocorreram apenas nos últimos 40 anos, em particular depois de 2000, apesar da intensificação em todo o planeta das políticas de mitigação de resposta às alterações climáticas.

Em 1988, considerando as várias evidências do aquecimento global, foi criada, no âmbito das Nações Unidas (ONU), uma organização científico-política denominada Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC). Esta organização ficou responsável por recolher, sistematizar e divulgar conhecimento mais avançado e atualizado sobre alterações climáticas (causas, efeitos e riscos), constituindo um passo de importância decisiva em matéria de (re)conhecimento dos efeitos potenciais das alterações climáticas no nosso planeta.

A "ECO-92" ou "Cimeira da Terra", que incluiu a adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC), constituiu o marco inicial da resposta política internacional às alterações climáticas. Estabeleceu o quadro de ação para estabilizar as concentrações atmosféricas dos GEE, designadamente para evitar "interferências antropogénicas perigosas com o sistema climático". Entrando em vigor em 21 de março de 1994, teve uma adesão mundial posterior quase universal. Depois dessa data, têm vindo a realizar-se diversas Conferências das Partes (COP), visando avaliar a implementação da Convenção.

Na 21.ª Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP21), realizada em Paris, em 2015, foi reconhecido pela comunidade internacional a necessidade de manter abaixo de 2°C o aquecimento global relativamente à temperatura registada no período pré-industrial. Para os cientistas na área do clima, as atividades humanas são a principal causa do aquecimento observado e um eventual aumento de 2°C em relação à temperatura registada no período pré-industrial é considerado como o limite a partir do qual existe um risco muito mais elevado de ocorrerem consequências ambientais significativas à escala mundial, eventualmente com uma dimensão de difícil recuperação.

As alterações climáticas constituem, assim, um desafio crucial em termos do desenvolvimento sustentável. Os seus impactes, de elevada complexidade, tenderão a tornar-se disruptivos e cada vez mais exigentes para as políticas públicas nas suas diversas escalas de implementação.

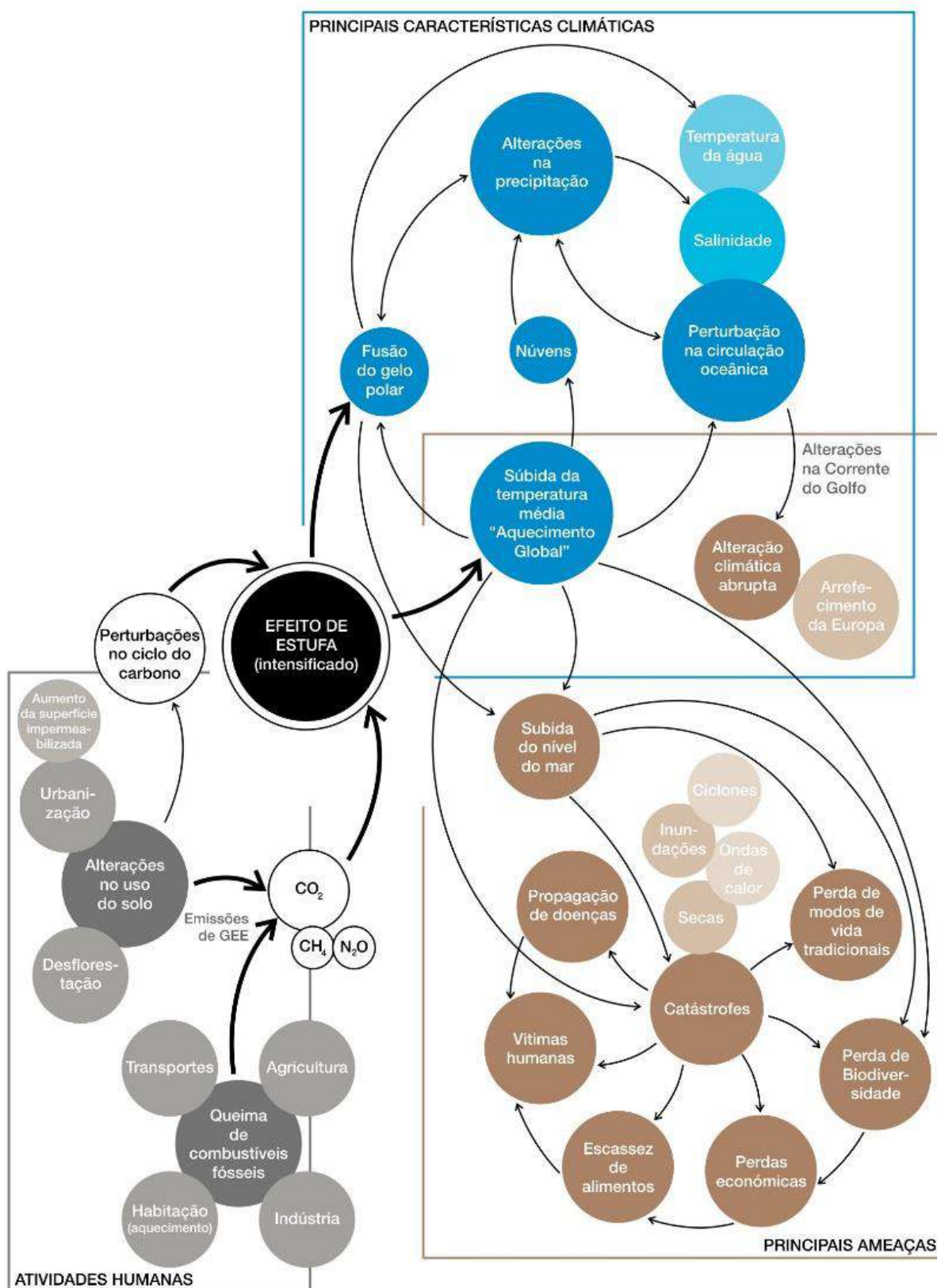


Figura 1. Ciclo das alterações climáticas

Fonte: Adaptado de UNEP/GRID – Arendal (2005)

Tabela 1. Impactes estimados pela ocorrência de eventos climáticos extremos

Domínio	Impactes estimados
Recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Estima-se que, em meados do século XXI, o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem entre 10% a 40% nas latitudes mais elevadas e diminua entre 10% a 30% em algumas regiões secas (latitudes médias) • Aumento da extensão de áreas afetadas por secas • Eventos de precipitação extrema, elevarão o risco de inundações • Stocks de água (armazenados nos glaciares e nas camadas de neve) deverão diminuir ao longo do século XXI, reduzindo a disponibilidade de água em algumas regiões
Ecossistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada probabilidade da resiliência de muitos ecossistemas ser ultrapassada por uma combinação nunca verificada anteriormente, de mudança climática e outras perturbações globais • Risco de extinção de aproximadamente 20% a 30% das espécies vegetais e animais, caso se registem aumentos da temperatura global média (superiores entre 1,5°C a 2,5°C) • Aumentos superiores a este referencial irão gerar mudanças significativas na estrutura e na função dos ecossistemas (incluindo nas interações ecológicas e distribuições geográficas das espécies), com consequências negativas para a biodiversidade e bens e serviços dos ecossistemas • Acidificação progressiva dos oceanos terá impactes negativos em alguns organismos marinhos
Alimentação e produtos florestais	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada probabilidade da produtividade das culturas aumentar nas latitudes médias e altas, com subidas da temperatura local média de 1 °C a 3 °C. Em latitudes mais baixas, sobretudo nas regiões secas e nas regiões tropicais, estima-se que a produtividade das culturas diminua, com conseqüente agravamento do risco de fome • Incremento na frequência de secas e inundações afetará negativamente a produção agrícola, sobretudo nos setores de subsistência (latitudes baixas) • Produtividade da madeira comercial aumentará com a mudança do clima (curto-médio prazo), embora com relevante variabilidade regional • Estimam-se mudanças na distribuição e produção de algumas espécies de peixes (consequência do aquecimento), gerando efeitos adversos, por exemplo, na aquacultura
Indústria, povoamento e sociedade	<ul style="list-style-type: none"> • Custos e benefícios das alterações climáticas para a indústria, povoamento e sociedade variarão em função do local e da escala. Não obstante, em termos globais, os efeitos tenderão a ser mais negativos à medida que a mudança climática se acelere • Sistemas humanos mais vulneráveis localizam-se em planícies de inundação (costeira ou fluvial), em que as economias estão fortemente relacionadas com recursos sensíveis ao clima (expostos a eventos climáticos extremos) • Comunidades mais pobres são especialmente vulneráveis, sobretudo quando localizadas em áreas de risco elevado (geralmente com capacidade de adaptação mais limitada e mais dependentes dos recursos, nomeadamente a disponibilidade de água e alimentos) • Nas zonas onde os eventos climáticos extremos se tornem mais intensos e/ou mais frequentes, os custos económicos e sociais serão bastante significativos
Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada probabilidade da exposição à mudança climática afetar o estado de saúde, sobretudo das pessoas com reduzida capacidade de adaptação, através: i) do aumento da subnutrição (implicações no crescimento e desenvolvimento infantil); ii) do acréscimo de mortes e doenças provocadas pelas ondas de calor, inundações, incêndios e secas; iii) do aumento da frequência de doenças cardiorrespiratórias (potenciadas pelas concentrações mais elevadas de ozono no nível do solo; iv) da alteração da distribuição espacial de diversos vetores de doenças infecciosas • Diversos estudos nas áreas temperadas demonstram que a mudança climática pode gerar alguns benefícios, nomeadamente menos mortes por exposição ao frio

Fonte: Adaptado de "IPCC - *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*" (2007)

Os eventos climáticos extremos são responsáveis atualmente por impactes significativos nos sistemas naturais, sociais e económicos, potenciados em situações nas quais a capacidade de adaptação é reduzida. A Tabela 1 sintetiza os principais impactes estimados resultantes de eventos climáticos extremos, de acordo com o IPCC.

Para fazer face ao problema das alterações climáticas existem, essencialmente, duas linhas de atuação – a mitigação e a adaptação:

- A mitigação é o processo que procura reduzir a emissão de GEE para a atmosfera;
- A adaptação é o processo que visa minimizar os efeitos negativos dos impactes das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos.

Sem prejuízo da importância estratégica da primeira abordagem, face à consciência generalizada de que as alterações climáticas estão já em curso, e que em certa medida os seus impactes são inevitáveis, tem vindo a dar-se crescente atenção à vertente da adaptação.

A adaptação às alterações climáticas consiste num processo de ajustamento do sistema natural e/ou humano para dar resposta aos efeitos do clima atual ou futuro (5.º Relatório de Avaliação do IPCC, 2014). Nos sistemas naturais, a intervenção humana poderá facilitar os ajustamentos ao clima expectável e seus efeitos; nos sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar prejuízos, bem como explorar os benefícios e as oportunidades potencialmente resultantes das alterações climáticas.

Neste sentido, a *vulnerabilidade climática* (propensão ou predisposição que determinado elemento ou conjunto de elementos têm para serem impactados negativamente) é o conceito-chave para a avaliação das necessidades de definição de opções de adaptação. Engloba várias definições, incluindo exposição, sensibilidade/suscetibilidade, severidade, capacidade para lidar com as adversidades e a capacidade de adaptação.

A *vulnerabilidade* resulta dos impactes possíveis causados pela combinação da exposição ao clima, da sensibilidade e da capacidade de adaptação. A combinação da vulnerabilidade climática com a frequência dos eventos origina os riscos climáticos (Figura 2).

A exposição é o único componente diretamente ligado aos parâmetros climáticos que contribui para a vulnerabilidade (magnitude do evento, suas características e variabilidade existente nas diferentes ocorrências). Os fatores de exposição englobam temperatura, precipitação, evapotranspiração e balanço hidrológico, bem como os eventos extremos associados (chuva intensa/torrencial e secas meteorológicas).

A *sensibilidade* (ou *suscetibilidade*) determina o grau a partir do qual o sistema é afetado (benéfica ou adversamente) por uma determinada exposição ao clima. É condicionada pelas condições naturais e físicas do sistema (topografia, capacidade dos diferentes solos para resistir à erosão, tipo de ocupação do solo, entre outros). Trata-se de um conceito que também se refere às atividades humanas impactantes nas condições naturais e físicas do sistema (práticas agrícolas, gestão de recursos hídricos, utilização de recursos e pressões relacionadas com as formas de povoamento e as características da população).

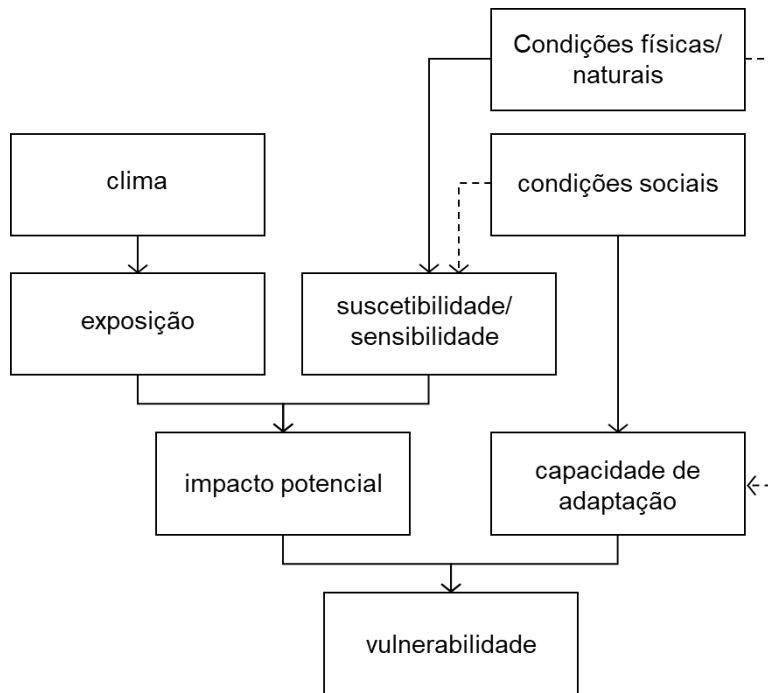


Figura 2. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática

Fonte: Adaptado de Projeto ClimAdaPT.Local, 2016

O *impacte potencial* é determinado pela combinação da exposição e da sensibilidade. As alterações climáticas podem criar uma sequência de impactes diretos (por exemplo, erosão) e/ou indiretos (por exemplo, perdas de produção e de rendimentos), afetando esferas diversificadas, como a biofísica ou a componente social.

A *capacidade de adaptação* consiste na aptidão que um sistema, instituição, humanidades ou outros organismos têm para se ajustar aos diferentes impactes potenciais, beneficiando das oportunidades ou respondendo às consequências que resultam das alterações climáticas. São o resultado de uma conjugação de fatores (recursos e as capacidades de índole socioeconómica, estrutural, institucional e tecnológica) que determinam a aptidão que um sistema tem para definir e implementar medidas de adaptação, para os impactes atuais e futuros. Considerando que muitos sistemas foram modificados visando a sua adaptação ao clima atual (barragens, diques, sistemas de irrigação, entre outros), a avaliação da sensibilidade inclui a vertente relacionada com a capacidade de adaptação atual.

Tabela 2. Síntese de conceitos-chave de adaptação às alterações climáticas

Conceito	Definição
Adaptação	Processo de ajustamento do sistema natural e/ou humano para resposta aos efeitos do clima atual ou expectável. Nos sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar prejuízos, bem como explorar benefícios e oportunidades. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana poderá facilitar os ajustamentos ao clima expectável e seus efeitos (IPCC, 2014b)
Vulnerabilidade	A vulnerabilidade consiste na propensão ou predisposição que determinado sistema ou conjunto de sistemas têm para serem impactados negativamente. A vulnerabilidade agrega uma variedade de conceitos, incluindo exposição, suscetibilidade, severidade, capacidade para lidar com as adversidades e a capacidade de adaptação (IPCC, 2014b). As vulnerabilidades climáticas futuras consistem nos impactes expectáveis causados pela combinação da exposição ao clima futuro - obtida através de diferentes projeções climáticas - da sensibilidade dos elementos expostos a esse clima e da capacidade de adaptação. A combinação da vulnerabilidade climática com a frequência dos eventos resulta em risco climático (Preston e Stafford-Smith, 2009)
Risco climático	É definido como a probabilidade de ocorrência de consequências ou perdas danosas (morte, ferimentos, bens, meios de produção, interrupções nas atividades económicas ou impactes ambientais), que resultam da interação entre o clima, os perigos induzidos pelo homem, e as condições de vulnerabilidade dos sistemas (adaptado de ISO 31010, 2009, UNISDR, 2011)
Exposição	De todos os componentes que contribuem para a vulnerabilidade, a exposição é o único diretamente ligado aos parâmetros climáticos, ou seja, à magnitude do evento, às suas características e à variabilidade existente nas diferentes ocorrências. Tipicamente, os fatores de exposição incluem temperatura, precipitação, evapotranspiração e balanço hidrológico, bem como os eventos extremos associados, nomeadamente chuva intensa/torrencial e secas meteorológicas (Fritzsche <i>et al.</i> , 2014)
Sensibilidade / Suscetibilidade	Determina o grau a partir do qual o sistema é afetado (benéfica ou adversamente) por uma determinada exposição ao clima. A sensibilidade ou suscetibilidade está tipicamente condicionada pelas condições naturais e físicas do sistema (por exemplo a sua topografia, a capacidade dos solos para resistir à erosão, o seu tipo de ocupação, etc.) e pelas atividades humanas que afetam as condições naturais e físicas do sistema (por exemplo práticas agrícolas, gestão de recursos hídricos, utilização de outros recursos e pressões relacionadas com as formas de povoamento e população). Uma vez que muitos sistemas foram modificados tendo em vista a sua adaptação ao clima atual (por exemplo, barragens, diques, sistemas de irrigação), a avaliação da sensibilidade inclui igualmente a vertente relacionada com a capacidade de adaptação atual. Os fatores sociais, como a densidade populacional deverão ser apenas considerados como sensíveis se eles contribuírem diretamente para os impactes climáticos (Fritzsche <i>et al.</i> , 2014)
Impacte potencial	Resulta da combinação da exposição com a sensibilidade. Por exemplo, uma situação de precipitação intensa (exposição) combinada com vertentes declivosas, terras sem vegetação e pouco compactas (sensibilidade), irá resultar em erosão dos solos (impacte potencial) (Fritzsche <i>et al.</i> , 2014)
Capacidade de adaptação	A capacidade que um sistema, instituição, Homem ou outros organismos têm para se ajustar aos diferentes impactes potenciais, tirando partido das oportunidades ou respondendo às consequências que daí resultam (IPCC, 2014).

Fonte: Adaptado de IPCC (2014) e outras fontes

1.3. Metodologia

A avaliação de impactes e vulnerabilidades tem como objetivo principal identificar e compreender quais são as vulnerabilidades do território da Área Metropolitana de Lisboa, e neste âmbito do concelho de Setúbal, ao clima atual, de modo a, posteriormente, avaliar de que forma as alterações climáticas projetadas para o futuro poderão amplificar ou reduzir as vulnerabilidades atuais. A metodologia de avaliação de impactes e vulnerabilidades climáticas, atuais e futuras, correlaciona

de forma lógica os fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática: exposição/risco, sensibilidade, impactes e capacidade adaptativa.

De modo a abranger a grande diversidade de efeitos que o clima tem nos sistemas naturais e humanos, esta avaliação foi realizada sob uma perspetiva sectorial, assumindo-se como referência os sectores enunciados na ENAAC 2020: Agricultura e Florestas; Biodiversidade e Paisagem; Economia; Energia e Segurança Energética; Recursos Hídricos; Saúde Humana; Segurança de Pessoas e Bens; Zonas Costeiras e Mar.

A avaliação de impactes e vulnerabilidades no âmbito do PMAAC-AML foi desenvolvida primordialmente à escala metropolitana, mas considerando igualmente a escala municipal. Neste sentido, para a elaboração dos 18 Planos Municipais de Identificação de Riscos e Vulnerabilidades, que constituem também subprodutos do Plano Metropolitano, foi aplicada a mesma metodologia em paralelo à escala metropolitana e à escala concelhia, embora, necessariamente, segundo ângulos e profundidades de abordagem distintos.

Assim, para a avaliação de impactes e vulnerabilidades climáticas ao nível municipal, procedeu-se à seguinte sequência de etapas metodológicas:

- Identificação e avaliação de riscos climáticos atuais e futuros;
- Análise da sensibilidade a estímulos climáticos;
- Análise da capacidade adaptativa;
- Avaliação de impactes climáticos atuais;
- Avaliação dos impactes e das vulnerabilidades climáticas atuais;
- Avaliação dos impactes e das vulnerabilidades climáticas futuras.

A avaliação de impactes e vulnerabilidades climáticas foi sustentada em diversa informação quantitativa, qualitativa e geográfica, sendo que toda a informação georreferenciada produzida no âmbito do Plano foi compilada no Sistema de Informação do PMAAC-AML, para disponibilização pública a partir do portal *online* da Área Metropolitana de Lisboa.

Por fim, importa sublinhar que, a montante da avaliação de impactes e vulnerabilidades foram desenvolvidos, no âmbito do PMAAC-AML (Relatório da Fase 1 – Cenário Base de Adaptação), conteúdos essenciais para este exercício, nomeadamente:

- Análise da variabilidade climática da Área Metropolitana de Lisboa através da definição e cartografia de Unidades de Resposta Climática Homogénea e análise de cenários climáticos aplicados ao território metropolitano, assim como análises de contexto e de cenários de desenvolvimento demográfico e socioeconómico para a Área Metropolitana de Lisboa e para os concelhos que a integram ;
- Análise da importância estratégica de cada sector (particularmente para o território da Área Metropolitana de Lisboa) e qual o seu contexto atual, bem como as suas perspetivas de

evolução, a importância do clima e o impacto potencial das alterações climáticas em cada sector;

- Análise do ambiente institucional da adaptação, considerando a capacidade adaptativa instrumental e institucional ao nível metropolitano e municipal.

Nos pontos seguintes apresentam-se as metodologias específicas adotadas para o desenvolvimento das etapas metodológicas prosseguidas na elaboração dos Planos Municipais de Identificação de Riscos e Vulnerabilidades.

1.3.1. Identificação e avaliação de riscos atuais e futuros

A cartografia de riscos foi concretizada para um conjunto de processos físicos com incidência territorial relevante na Área Metropolitana de Lisboa e cuja ocorrência é influenciada por parâmetros climáticos. A avaliação de risco foi baseada na aplicação de métodos técnico-científicos reconhecidos, ajustados a uma análise à escala metropolitana e aos dados disponíveis, e foi realizada separadamente para cada tipo de processo (Tabela 3).

Tabela 3. Métodos utilizados na avaliação de riscos climáticos na Área Metropolitana de Lisboa relevantes para Setúbal

Processo biofísico/climático	Método de avaliação
Incêndios Florestais	Modelo heurístico PMDFCI
Erosão hídrica do solo	Equação Universal de Perda de Solo (erosão potencial)
Instabilidade de vertentes	Método do Valor Informativo
Cheias e inundações	Modelação hidrogeomorfológica & PGRI + REN Regional + ZAC municipais
Inundações estuarinas	Modelação hidrodinâmica
Inundações e galgamentos costeiros, erosão litoral e recuo de arribas	Planos de Ordenamento da Orla Costeira (APA)
Calor Excessivo/Ondas de Calor	Combinação de dias muito quentes com noites tropicais
Secas	Índice SPI (<i>Standardized Precipitation Index</i>)
Tempestades de vento	Modelação WAsP Eng

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Como regra, a cartografia dos riscos atuais é efetuada a partir da delimitação direta das áreas perigosas ou com recurso a métodos indiretos de zonamento. Para cada processo biofísico/climático, são identificadas as áreas mais críticas ou diretamente afetadas pelo processo. Nos casos dos incêndios florestais, da erosão hídrica do solo e da instabilidade de vertentes, as

áreas mais críticas são definidas como os espaços territoriais onde as classes de suscetibilidade elevada e/ou muito elevada se localizam. Refira-se que as áreas densamente urbanizadas são excluídas da análise destes três processos, uma vez que a introdução de atributos resultantes da ação antrópica altera o funcionamento dos processos, afastando-os da influência climática que é avaliada no contexto deste plano metropolitano. Para os fenómenos relacionados com a hidrografia e áreas costeiras, as áreas críticas são definidas como as que podem ser diretamente afetadas por cheias, inundações estuarinas, galgamentos e erosão litoral (arenoso ou de arriba). Para os processos que resultam diretamente das condições climáticas, como o calor excessivo, as secas e as tempestades de vento, são definidas diferentes classes de suscetibilidade de ocorrência, de acordo com escalas de valores dos parâmetros climáticos que os definem.

A cartografia dos riscos futuros é realizada recorrendo a unidades de terreno administrativas (freguesias), para as quais é realizada uma estimativa qualitativa do risco, com base na incidência territorial do risco atual e da sua previsível evolução futura, obtida a partir das projeções dos cenários climáticos para cada uma das Unidades Morfoclimáticas da Área Metropolitana de Lisboa. Para as áreas onde as condições territoriais se expressam em níveis de suscetibilidade intermédios na situação atual (classe moderada ou nível intermédio de zona afetada), estima-se um incremento para níveis de suscetibilidade elevada no futuro caso as projeções indiquem um agravamento dos parâmetros climáticos que influenciam a ocorrência do processo biofísico. No caso dos incêndios florestais, as variáveis climáticas consideradas foram o número de dias em onda de calor e o número de dias muito quentes ($T_{max} \geq 35^{\circ}C$), enquanto que para a instabilidade de vertentes e as cheias (rápidas), a variável climática considerada foi o número de dias com precipitação abundante (>20 mm).

Apresentam-se, de seguida, as metodologias empregues na avaliação dos riscos climáticos considerados.

Incêndios Rurais/Florestais

A avaliação da suscetibilidade a incêndios florestais foi baseada na metodologia apresentada no Guia para os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (ICNF, 2012). Este método combina duas variáveis biofísicas: a) o declive, ponderado por classes e assumindo que, quanto maior o declive, maior a suscetibilidade à propagação de um incêndio florestal; b) a cobertura e uso do solo, classificado e ponderado de acordo com as características das comunidades vegetais (tipo de espécies e densidade, entre outras), sendo as florestas e os matos as classes mais suscetíveis, ao contrário das áreas agrícolas (áreas urbanizadas e água são excluídas). Estas duas variáveis foram, posteriormente, combinadas em matriz multiplicando o valor das suas classes, a partir da qual se definiram 5 classes de suscetibilidade. Para verificar se este método era adequado para a escala metropolitana, foi realizada a validação das classes de suscetibilidade através do cálculo do *Likelihood Ratio* (LR); a percentagem de área ardida ocorrida no território da Área Metropolitana de Lisboa entre 1990 e 2017 foi comparada com a percentagem de território da Área Metropolitana de Lisboa que é ocupada por cada classe de suscetibilidade. Os resultados mostram que o LR aumenta

nas classes de suscetibilidade mais elevada, indicando uma concordância espacial entre a localização das classes de suscetibilidade mais elevadas e as áreas áridas no território da Área Metropolitana de Lisboa.

Erosão Hídrica do Solo

A avaliação do potencial de erosão hídrica do solo, suportou-se na Equação Universal de Perda do Solo (metodologia recomendada na Declaração de Retificação 71/2012 – Orientações Estratégicas para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional). Assim, os resultados obtidos resultam do produto entre: i) erosividade da precipitação (Atual – *European Soil Data Centre, Panagos et al., 2015*; Futura [projeções 2050] – *European Soil Data Centre, Panagos et al., 2017*); ii) erodibilidade do solo (*European Soil Data Centre, Panagos et al., 2012*) e; iii) fator topográfico (conjugação de comprimento e declive das vertentes obtidos através do modelo digital de elevações da Agência Europeia do Ambiente). A cartografia final das áreas com perda de solo potencial superior a 55 Ton/ha/ano, excluindo locais onde a presença (atual e futura) de solo não é significativa, tais como (COS, 2010): territórios artificializados, praias, dunas e areias, zonas húmidas (e.g. sapais, zona entre marés) e corpos de água.

Instabilidade de Vertentes

A avaliação da suscetibilidade aos movimentos de massa em vertentes foi feita com recurso a um método estatístico bivariado (Valor Informativo), utilizando um inventário incompleto, contendo 1381 movimentos de massa em vertentes, identificados nos municípios de Sesimbra, Setúbal, Palmela, Oeiras, Amadora, Loures e Vila Franca de Xira. Estes movimentos foram cruzados com uma série de fatores de predisposição da instabilidade de vertentes classificados (declive, exposição, índice de posição topográfica, razão declive/área de acumulação, uso e ocupação do solo e litologia) e o peso das classes de cada fator foi estabelecido com recurso à primeira equação do Método do Valor Informativo (Zêzere, 2002). Os scores de cada classe de cada fator foi generalizado à totalidade do território da Área Metropolitana de Lisboa e a Suscetibilidade de cada unidade de terreno foi determinada com recurso à segunda equação do Método do Valor Informativo (Zêzere, 2002). O mapa de suscetibilidade foi classificado a partir da taxa de sucesso do modelo preditivo, onde as classes de suscetibilidade muito elevada, elevada, moderada, baixa e muito baixa validam, cumulativamente, as seguintes frações da área instabilizada contida no inventário: 50%, 70%, 90%, 95% e 100%. A área considerada como mais suscetível à instabilidade de vertentes corresponde às duas primeiras classes indicadas (muito elevada e elevada), que validam 70% do inventário de movimentos de massa em vertentes, tal como preconizado nas orientações estratégicas para a delimitação das áreas de instabilidade de vertentes que integram a Reserva Ecológica Nacional.

Cheias e Inundações

A definição das zonas afetadas por inundação na sequência de cheia teve em consideração a documentação disponível a partir de trabalhos anteriores, nomeadamente: (i) as zonas ameaçadas pelas cheias delimitadas no âmbito do Quadro Regional da Reserva Ecológica Nacional da Área Metropolitana de Lisboa; (ii) as zonas inundáveis definidas nos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações, disponibilizadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA); (iii) a delimitação da inundação associada à cheia de 1979 no rio Tejo e a delimitação da cheia centenária na zona do estuário do Sado, produzidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC); e (iv) um conjunto de zonas ameaçadas pelas cheias traçadas ao nível municipal, no âmbito da delimitação da Reserva Ecológica Nacional. Foram distinguidas as situações de cheia progressiva, associada aos principais cursos de água da região (e.g. rio Tejo e rio Sado) dos casos de cheia rápida, que ocorrem em bacias hidrográficas de pequena dimensão. No pormenor, a delimitação das áreas inundáveis por cheias considerou a área contígua à margem dos cursos de água que se estende até à linha alcançada pela cheia máxima, interpretada através de critérios geomorfológicos, apoiados em informação topográfica, pedológica e interpretação de ortofotomapas digitais.

Inundações Estuarinas

A extensão da inundação no estuário do Tejo, em situação atual e futura, foi avaliada a partir do exercício de modelação hidrodinâmica realizado por Guerreiro *et al* (2015), num estudo dedicado à evolução hidrodinâmica do estuário do Tejo no século XXI. Nesse trabalho foi assumido como nível extremo para a situação atual, com 100 anos de período de retorno, o valor de 4,42m acima do zero hidrográfico. Adicionalmente, considerou-se uma subida do nível do mar de 1,5m e foram tomados em conta a dinâmica das marés, a ressonância e os níveis de água extremos. A batimetria foi extrapolada com base nas taxas de assoreamento atuais. A resolução do trabalho original contemplou células de 25 metros. No presente trabalho, foram efetuados ajustamentos em toda a área do estuário com topografia mais detalhada (1:25.000) e ortofotomapas digitais. Adicionalmente, foram efetuadas correções nas frentes urbanas, assumidas como sistematicamente defendidas no estudo original.

Inundações e Galgamentos Oceânicos

A avaliação e cartografia da perigosidade associada à erosão costeira e ao galgamento oceânico foram efetuadas para a APA, por uma equipa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, para os horizontes temporais de 2050 e 2100 (Silva *et al.*, 2013). Nesta avaliação incluíram-se os efeitos associados às alterações climáticas, nomeadamente no que diz respeito à subida do nível médio do mar. Considerou-se ainda o potencial de recuo “instantâneo” do perfil de uma praia (e da linha de costa) quando atuado por um temporal extremo, com períodos de retorno diferentes e ainda a evolução futura da linha de costa associada a tendência de longo termo, com base na evolução observada nos últimos 50 anos. Deste modo, as zonas de risco consideradas são faixas que se estendem desde a linha que limita o leito das águas do mar em direção a terra, cuja largura é

determinada pela soma das seguintes componentes: evolução da linha de costa, recuo por subida do nível médio do mar, recuo por tempestade e galgamento/inundação oceânica.

Erosão e Recuo de Arribas

A avaliação da perigosidade das zonas com litoral de arriba foi efetuada para a APA por uma equipa da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, cujo trabalho e resultados estão sistematizados em Penacho *et al.* (2013a, 2013b) e Marques *et al.* (2013). No estudo original foram delimitadas a faixa de risco adjacente à crista da arriba e a faixa de proteção adicional. As faixas de risco adjacentes à crista das arribas foram definidas tendo em conta, em cada sector de arribas com comportamento razoavelmente homogéneo em termos da ocorrência de instabilidades, a dimensão máxima dos movimentos inventariados em estudos comparativos de fotografias aéreas antigas (1947 ou 1958), com as mais recentes disponíveis à época da elaboração dos estudos para os POOC (voo INAG de 1996), mas também as características geomorfológicas e geológicas das arribas que condicionam a ocorrência de instabilidades. No presente trabalho considera-se a faixa de risco adjacente à crista da arriba como indicadora do risco atual em litoral de arriba, enquanto a faixa de proteção adicional é considerada como indicadora do risco futuro, em cenário de alteração climática a subida do nível do mar.

Calor Excessivo

Para a caracterização das situações de calor excessivo na Área Metropolitana de Lisboa, considerou-se o efeito potencial da ocorrência temperaturas máximas e mínimas muito elevadas. Teve-se em conta o registo de dias muito quentes, aqueles em que a temperatura máxima foi superior a 35°C, e de noites tropicais, em que a temperatura mínima ultrapassou os 20°C. Determinaram-se quatro classes de suscetibilidade, muito baixa, baixa, moderada e elevada, correspondendo a valores médios anuais inferiores a 4 dias, entre 4 e 5 dias, entre 6 a 8 dias, e entre 8 e 20 dias, respetivamente.

Seca Meteorológica

Seguindo as recomendações da Organização Meteorológica Mundial, a identificação e caracterização dos eventos de seca meteorológica foi feita através da aplicação do índice SPI (*Standardized Precipitation Index*), que permite analisar a sua frequência e intensidade. A suscetibilidade à ocorrência de seca na Área Metropolitana de Lisboa foi determinada a partir da probabilidade de ocorrência de um evento de seca com um grau de severidade moderada (SPI = -1) e distinguiram-se três classes de suscetibilidade: baixa, moderada e elevada. Estas classes correspondem a valores de probabilidade de ocorrência de eventos com severidade, pelo menos, moderada, entre 11 e 15%, entre 15 e 25%, e acima de 25%, respetivamente.

Tempestades de Vento

Na Área Metropolitana de Lisboa ocorrem frequentemente tempestades de vento dos quadrantes sudoeste e noroeste. Para a caracterização das tempestades de vento extremas foram escolhidas duas situações típicas que ocorreram entre 1974 e 2014, a partir dos períodos de retorno das intensidades médias máximas do vento a 10m do solo, observadas na estação meteorológica de Lisboa/Portela. As simulações do vento para toda a Área Metropolitana de Lisboa foram efetuadas com o software *WAsP Engineering 4.0* de acordo com as seguintes condições de partida: a) Direção predominante do vento: 340° (Noroeste); intensidade máxima horária do vento: 17.9 m/s. b) Direção predominante do vento: 220° (Sudoeste); intensidade máxima horária do vento: 17.7 m/s. A base territorial da simulação inclui o MDT e as rugosidades aerodinâmicas (z_0) descritas na “Definição do cenário base de adaptação para a AML”. Os resultados das simulações foram cruzados num SIG, resultando as seguintes classes de suscetibilidade:

Tabela 4. Definição das classes de suscetibilidade de vento forte na Área Metropolitana de Lisboa

		Noroeste – 340° (m/s)		
		>22	18-22	<18
Sudoeste 220° (m/s)	>22	Elevada	Elevada	Moderada
	18-22	Elevada	Moderada	Reduzida
	<18	Moderada	Reduzida	Reduzida

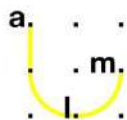
Fonte: PMAAC-AML (2018)

1.3.2. Análise de sensibilidade a estímulos climáticos

A sensibilidade climática é definida como "o grau em que um sistema é afetado, quer negativamente ou beneficamente, por estímulos relacionados com o clima. O efeito pode ser direto (por exemplo, mudança no rendimento das culturas em resposta a uma alteração na média, alcance ou variabilidade de temperatura) ou indireto (por exemplo, danos causados por um aumento na frequência de inundações devido ao aumento do nível do mar)" (IPCC, 2007).

Contudo, nem todos os elementos expostos ao clima (pessoas, edifícios, redes de infraestruturas, culturas agroflorestais, valores ambientais ou culturais) são sensíveis a todos os estímulos climáticos. Por outro lado, o mesmo estímulo pode afetar o sistema de forma diferente consoante as características do território.

Tendo estes fatores em consideração, para o desenvolvimento da análise de sensibilidade climática do território metropolitano foram estabelecidas previamente, com base em análise bibliográfica, as relações de causalidade existentes entre estímulos climáticos e os elementos do sistema expostos e potencialmente afetados pelo clima.



A avaliação da sensibilidade climática de cada concelho foi realizada através da identificação dos valores ambientais, físicos/infraestruturais, sociais, económicos e culturais suscetíveis de serem afetados por estímulos climáticos. Este exercício teve por base o mapeamento de um conjunto de indicadores de sensibilidade climática (Tabela 5), cruzando a cartografia georreferenciada dos elementos expostos proveniente de diversas fontes cartográficas e estatísticas, com a cartografia dos vários riscos climáticos, produzida no âmbito do PMAAC-AML.

Tabela 5. Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos analisados, por tipo de risco

Exposição a riscos climáticos	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos relevantes para Setúbal
Área (%) suscetível a incêndios rurais/florestais	<ul style="list-style-type: none">– Floresta sensível a fogos florestais (ha)– Património classificado sensível a fogos florestais (ha)– Valores ecológicos sensíveis a fogos florestais (ha)– Alojamentos sensíveis a fogos florestais (n.º)– População sensível a fogos florestais (Pop/km²)– Infraestruturas de transporte sensíveis a fogos florestais (m)
Área (%) inundável por cheias rápidas, cheias progressivas e inundações estuarinas	<ul style="list-style-type: none">– Património classificado sensível a cheias (ha)– Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/n.º)– Alojamentos sensíveis a cheias (n.º)– População sensível a cheias (Pop/km²)– Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m)
Área (%) em zona de risco de inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso e de erosão recuo de arribas	<ul style="list-style-type: none">– Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (n.º)– Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º)– Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º)– População sensível a inundações costeiras (Pop/km²)– Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m)
Área (%) com potencial de erosão hídrica do solo	<ul style="list-style-type: none">– Culturas temporárias e de regadio sensíveis a erosão hídrica (ha)
Área (%) suscetível a instabilidade de vertentes	<ul style="list-style-type: none">– Património classificado sensível a desabamentos e movimentos de vertentes (ha)– Alojamentos sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (n.º)– Infraestruturas de transporte sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (m)
Área (%) suscetível ao calor excessivo, segundo classes de suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none">– Atividades turísticas sensíveis às temperaturas elevadas (n.º)– População sensível ao calor (índice de dependência total)
Área (%) suscetível a secas meteorológicas	<ul style="list-style-type: none">– Atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água (ha)– Áreas naturais protegidas (ha) sensíveis à seca moderada– Origens de água sensíveis a secas
Área (%) suscetível a tempestades de vento	<ul style="list-style-type: none">– Infraestruturas de transporte sensíveis ao vento (m)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

Com base nesta informação de base cartográfica, procedeu-se a uma identificação exaustiva dos elementos do território sensíveis a estímulos climáticos, tendo a sua relevância à escala concelhia e metropolitana sido avaliada sob a perspetiva dos setores da ENAAC 2020.

Como resultado destes exercícios é apresentada, para cada sector da ENAAC, cartografia de síntese dos indicadores de sensibilidade climática ao nível das freguesias, assim como uma leitura analítica da sensibilidade climática do concelho.

1.3.3. Análise da capacidade adaptativa

A *capacidade adaptativa* consiste na aptidão que um sistema, instituição, Homem ou outros organismos têm para se ajustar aos diferentes impactes potenciais das alterações climáticas, tirando partido das oportunidades ou respondendo às consequências que daí resultam. Resulta de uma conjugação de fatores que determinam a aptidão que um sistema tem para definir e implementar medidas de adaptação relativamente aos impactes climáticos atuais e futuros.

No âmbito dos planos municipais de identificação de riscos e de vulnerabilidades, a caracterização e avaliação da capacidade adaptativa foi desenvolvida fundamentalmente através da análise da capacidade adaptativa dos sistemas ambientais, sociais, económicos e culturais coexistentes no território da Área Metropolitana de Lisboa, por concelho. A escassez de informação estatística consistente à escala das freguesias para a maior parte dos indicadores considerados relevantes para a avaliação da capacidade adaptativa, determinou que neste exercício fosse utilizada a escala concelhia.

Assim, a análise da capacidade adaptativa tem como objetivos:

- Avaliar a capacidade adaptativa de cada concelho da Área Metropolitana de Lisboa, segundo os sectores da ENAAC;
- Comparar as diferentes capacidades adaptativas no território da Área Metropolitana de Lisboa, analisando a diversidade existente ao nível dos concelhos metropolitanos.

Neste sentido, foram compilados e analisados indicadores que representam este fator determinante da vulnerabilidade climática, através de um índice de capacidade adaptativa que agrega diversos indicadores de base territorial, representativos dos sectores da ENAAC, designadamente os seguintes:

- Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior (INE): o nível de habilitações (ligado à preparação técnica) dos produtores agrícolas singulares terá correlação com a capacidade destes para dinamizar e adotar o processo de adaptação na sua atividade;
- Proporção (%) de áreas protegidas (INE): os aspetos facilitadores da capacidade adaptativa regional são potencializados pela existência de uma quantidade apreciável de áreas classificadas com estatutos legais, objetivos de conservação da biodiversidade e potencial para implementar as medidas de gestão destinadas à conservação. Acresce que esta rede

de áreas classificadas está dotada de um corpo técnico próprio, o que é um dos mais importantes aspetos do potencial adaptativo no território metropolitano;

- Habitantes por centro saúde do SNS (INE): a capacidade adaptativa aos impactes das alterações climáticas na saúde está intimamente associada ao acompanhamento de proximidade, monitorização do estado de saúde da população, assim como à promoção da saúde pública local. Nesse sentido, para o contexto do território metropolitano, considera-se que a melhor performance deste indicador se observa naqueles municípios onde existe um número mais reduzido de habitantes por centro de saúde;
- Proporção (%) de população residente sem ar condicionado (INE): analisou-se a dimensão da proteção térmica em ambiente interior, entendida como a capacidade das comunidades em minimizar a exposição a eventos extremos de calor nos alojamentos de residência. Neste sentido, entende-se que a capacidade adaptativa das comunidades aos expectáveis impactes na saúde de um fenómeno extremo de calor é proporcional à introdução de medidas de autoproteção em ambiente interior, como, por exemplo, através da climatização das habitações;
- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector da indústria (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector da indústria;
- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector do comércio (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector do comércio;
- Valor Acrescentado Produto por empresa do sector dos serviços (INE): a riqueza produzida é facilitadora da capacidade de adaptação das empresas no sector dos serviços;
- Número de bombeiros por 1.000 residentes (INE): a capacidade de adaptação é proporcional à existência de meios de socorro, sendo que a resposta às ocorrências relacionadas com impactes climáticos depende largamente da intervenção de meios de socorro, em primeiro lugar dos corpos de bombeiros mais próximos e/ou com meios disponíveis. Não foram considerados outros agentes de proteção civil, tais como Forças de Segurança, Forças Armadas, Autoridades Marítima e Aeronáutica, Sapadores Florestais, Instituto Nacional de Emergência Médica e demais Serviços de Saúde, e Cruz Vermelha Portuguesa. O número de bombeiros no município foi avaliado considerando a relação com elementos expostos a estímulos climáticos, nomeadamente a população residente;
- Número de bombeiros por população sensível (residente em áreas de risco) (INE, PMAAC-AML): o número de bombeiros existente em cada município é um indicador da capacidade de adaptação, uma vez que são habitualmente os primeiros intervenientes e os mais ativos na resposta a situações de risco e catástrofe. O número de bombeiros no município foi avaliado considerando a relação com elementos expostos a estímulos climáticos, nomeadamente a população residente em áreas sensíveis a estímulos climáticos, estimada a partir de cartografia dasimétrica com o cruzamento da BGE com a BGRI e posterior interseção com as áreas suscetíveis a incêndios rurais/florestais, cheias rápidas, cheias progressivas,

movimentos de massa em vertentes, inundações costeiras e erosão de litoral arenoso, e erosão de litoral rochoso (arribas);

- Índice de capacidade adaptativa para o sector energético, correlacionando os seguintes indicadores de base: potência instalada de fontes de energia renovável/habitante; consumo de eletricidade doméstico/residente; consumo de eletricidade não-doméstico/VAB; qualidade térmica dos edifícios (época de construção); habitação social/parque habitacional; população residente vulnerável (com menos de 4 e mais de 65 anos); alojamento próprio; população residente com ensino superior; taxa de desemprego; taxa de posse de ar condicionado; densidade de construção (INE, DGEG);
- Garantia intrínseca de disponibilidade de água das massas de água subterrâneas da Área Metropolitana de Lisboa, que traduz a capacidade em facilitar a adaptação dos sectores socioeconómicos delas dependentes, através do reforço e/ou diversificação das respetivas origens de água. A capacidade de adaptação é apresentada como sendo a relação entre a capacidade adaptativa de cada município e a capacidade média da região (AML=100);
- Índice de conhecimento infraestrutural (ICI): traduz o grau de conhecimento das entidades gestoras sobre as infraestruturas de abastecimento de água em baixa em cada município. Quanto maior for o índice ([0-200]) maior é a capacidade adaptativa do município (AML=100) (ERSAR);
- Investimentos, executados e programados, em defesa costeira (milhões de Euros), sejam em obras de intervenção, de reparação ou de estudos entre 2003 e 2023, com base no Sistema de Administração do Recurso Litoral (SIARL) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA): a capacidade adaptativa é proporcional ao volume de investimento executado e programado em defesa costeira;
- Proporção (%) da população residente na área de risco e área de influência de 500 metros a partir de zonas de risco, com ensino superior (INE, PMAAC-AML): as populações mais formalmente educadas, para além da referida perceção, terão maior acesso à informação sobre os riscos e alterações climáticas e também mais posses económicas. Este poder económico e o acesso à informação, teoricamente, dotarão as populações com uma maior literacia e com maior capacidade para adaptação aos eventos climáticos;
- Proporção (%) da população residente na área de risco e área de influência de 500 metros a partir de zonas de risco, com 65 e mais anos (INE, PMAAC-AML): as populações mais idosas têm uma menor capacidade de adaptação aos impactes causados pelos eventos climáticos extremos.

A análise realizada focou-se na leitura comparativa do posicionamento do concelho no contexto metropolitano em termos do índice de capacidade adaptativa e na identificação dos indicadores que mais influenciam – positiva e negativamente – o desempenho (score) de cada unidade territorial.

1.3.4. Avaliação de impactes climáticos

Para a avaliação dos impactes que o clima tem atualmente no território metropolitano procedeu-se a um levantamento sistemático de informação sobre os resultados dos eventos climáticos extremos que afetaram a Área Metropolitana de Lisboa durante o período 2000-2018. Este levantamento foi realizado para cada concelho por técnicos de todos os municípios metropolitanos, sob a orientação do Núcleo de Coordenação, que procedeu à sua sistematização e integração no Sistema de Informação do PMAAC-AML.

O levantamento foi concretizado, fundamentalmente, através de pesquisa em relatórios e em registos internos dos serviços municipais e da proteção civil, nos arquivos municipais, em artigos da imprensa local, regional e nacional publicados online, em relatórios do Centro Distrital de Operações de Socorro e corporações de bombeiros.

A informação recolhida pelos técnicos municipais foi sistematizada pela equipa do PMAAC-AML numa base de dados designada Perfil de Impactes Climáticos (PIC), que compilou todas as informações sobre eventos meteorológicos extremos com impactes para a região. O PIC foi desenvolvido tendo por base a ferramenta '*Local Climate Impact Profile*', um dos recursos disponibilizados pelo *Adaptation Wizard* do UKCIP e adaptada à realidade portuguesa no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local. No essencial, esta base de dados reúne a seguinte informação:

- Identificação dos eventos climáticos mais relevantes para a região no período 2000-2018;
- Detalhe da ocorrência do evento meteorológico extremo e impactes resultantes desses eventos;
- Consequências respetivas para o território (tipo de consequências, locais afetados);
- Identificação das entidades responsáveis pelo planeamento e pela operacionalização das respostas dadas a estes eventos climáticos extremos;
- Descrição e avaliação da eficácia das respostas dadas às consequências dos eventos climáticos extremos.

A localização das consequências dos eventos climáticos extremos foi também georreferenciada pelos técnicos municipais, tendo posteriormente sido integrada no Sistema de Informação do PMAAC-AML, permitindo assim por esta via validar os principais riscos e vulnerabilidades climáticas a que o território da Área Metropolitana de Lisboa e de cada concelho está atualmente exposto.

No âmbito dos 'Planos Municipais de Identificação de Risco e de Vulnerabilidades' procedeu-se a uma sistematização e análise de síntese dos resultados do PIC para cada um dos 18 concelhos da Área Metropolitana de Lisboa.

1.3.5. Análise das vulnerabilidades climáticas atuais e futuras

Dada a complexidade do conceito de vulnerabilidade climática (Figura 3) – para o qual concorrem a exposição aos riscos climáticos e a sensibilidade ambiental, física, económica social e cultural aos estímulos climáticos, potencialmente atenuadas pela capacidade adaptativa – a avaliação da

vulnerabilidade climática atual e futura foi sustentada na construção de índices de vulnerabilidade, agregados para cada tipo de risco climático analisado.

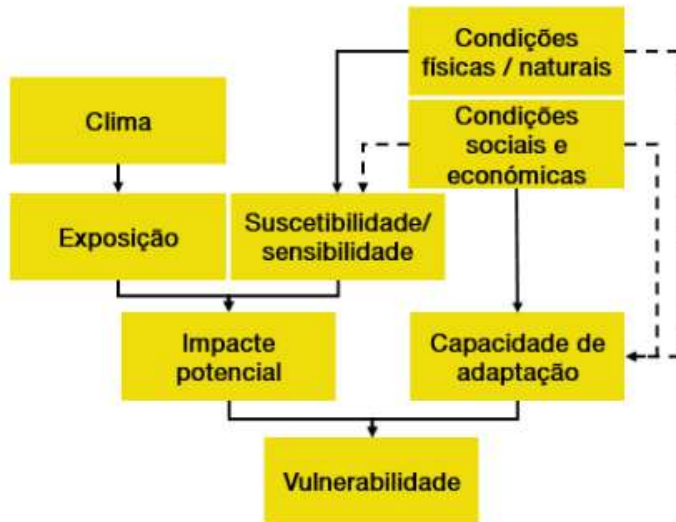


Figura 3. Fatores relevantes para a determinação da vulnerabilidade climática

Fonte: Adaptado de D. Schroter and the ATEAM consortium 2004, Global change vulnerability - assessing the European human-environment system, Potsdam Institute for Climate Impact Research

Os índices de vulnerabilidade climática foram construídos e representados à escala da freguesia e correlacionam diversos indicadores normalizados de exposição aos riscos climáticos atuais e futuros, de sensibilidade climática e de capacidade adaptativa, que foram compilados e analisados anteriormente (Figura 4).

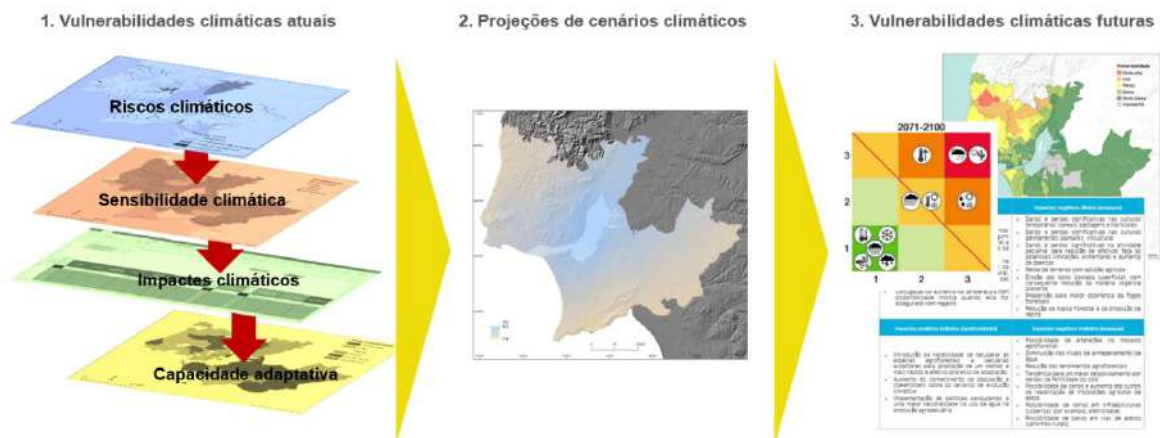


Figura 4. Abordagem metodológica para identificação e avaliação de vulnerabilidades climáticas atuais e futuras

Fonte: PMAAC-AML (2018)

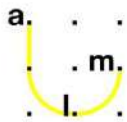
Neste sentido, a vulnerabilidade climática atual e futura da área metropolitana foi avaliada com base em índices de vulnerabilidade climática que relacionam, essencialmente, três fatores:

- **Exposição do território aos riscos climáticos** – foi analisada a proporção da área de cada freguesia exposta a cada tipo de risco, atualmente e no futuro, considerando também em alguns casos o nível de risco associado (por exemplo, nos riscos relacionados a calor extremo, seca meteorológica e tempestades de vento);
- **Sensibilidade do território aos estímulos climáticos** – resulta do cruzamento das áreas de risco com elementos expostos, relevantes para todos os sectores da ENAAC 2020, como sejam, por exemplo, população residente, grupos de população mais vulneráveis, alojamentos, zonas de localização de atividades económicas, infraestruturas de transportes, etc.;
- **Capacidade adaptativa do território aos riscos climáticos** – expressa através de indicadores à escala municipal, predominantemente estatísticos, que ilustram a capacidade adaptativa de cada território, selecionados também em função da representatividade dos sectores da ENAAC 2020.

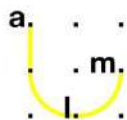
Os índices de vulnerabilidade climática foram construídos e representados à escala da freguesia e correlacionam diversos indicadores (normalizados de 0 a 1, em que 0 corresponde ao valor mais baixo da distribuição e 1 ao valor mais elevado) de exposição aos riscos climáticos atuais e futuros, de sensibilidade climática e de capacidade adaptativa (Tabela 6). Os índices de vulnerabilidade são expressos numa escala de 0 a 1 e resultam da soma dos seguintes 3 fatores ponderados: exposição ao risco climático (40%); média dos indicadores normalizados de sensibilidade a estímulos climáticos (40%); média dos indicadores normalizados de capacidade adaptativa (20%). Por sua vez, para a sua representação cartográfica, os valores dos índices de vulnerabilidade climática de cada freguesia foram distribuídos por seis classes, correspondentes a índices de vulnerabilidade muito alta, alta, média, baixa, muito baixa ou inexistente.

Tabela 6. Matriz de construção dos índices de vulnerabilidade climática atual e futura relevantes para Setúbal

Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
Incêndios rurais/florestais	Área (%) suscetível a incêndios rurais/florestais	<ul style="list-style-type: none"> – Floresta sensível a fogos florestais (ha) – Património classificado sensível a fogos florestais (ha) – Valores ecológicos sensíveis a fogos florestais (ha) – Alojamentos sensíveis a fogos florestais (n.º) – População sensível a fogos florestais (Pop/km²) – Infraestruturas de transporte sensíveis a fogos florestais (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – Áreas protegidas (%) – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – N.º Bombeiros/1.000 residentes – N.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)



Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
Cheias rápidas	Área (%) inundável por cheias rápidas	<ul style="list-style-type: none"> - Património classificado sensível a cheias (ha) - Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/n.º) - Alojamentos sensíveis a cheias (n.º) - População sensível a cheias (Pop./km2) - Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - VAB/empresa indústria - VAB/empresa comércio - VAB/empresa serviços - N.º Bombeiros/1.000 residentes - N.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Cheias progressivas	Área (%) inundável por cheias progressivas	<ul style="list-style-type: none"> - Património classificado sensível a cheias (ha) - Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/n.º) - Alojamentos sensíveis a cheias (n.º) - População sensível a cheias (Pop./km2) - Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - VAB/empresa indústria - VAB/empresa comércio - VAB/empresa serviços - N.º Bombeiros/1000 residentes - N.º Bombeiros/pop. sensível (residente em área de risco)
Inundações estuarinas	Área (%) inundável por inundações estuarinas	<ul style="list-style-type: none"> - Património classificado sensível a cheias (ha) - Zonas de localização de atividades económicas (indústria, comércio e serviços) sensíveis a cheias (ha/n.º) - Alojamentos sensíveis a cheias (n.º) - População sensível a cheias (Pop./km2) - Infraestruturas de transporte sensíveis a cheias (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - VAB/empresa indústria - VAB/empresa comércio - VAB/empresa serviços - N.º Bombeiros/1000 residentes - N.º Bombeiros/pop. sensível (residente em área de risco)
Inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso	Área (%) em zona de risco de inundações e galgamentos costeiros em litoral arenoso	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (n.º) - Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º) - Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º) - População sensível a inundações costeiras (Pop./km2) - Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - VAB/empresa comércio - VAB/empresa serviços - N.º Bombeiros/1.000 residentes - N.º Bombeiros/pop. sensível (residente em área de risco) - Investimento em defesa costeira 2003-2023 - População residente no litoral "em risco" com mais de 65 anos (%) - População residente no litoral "em risco" com ensino superior (%)
Erosão/recuo de arribas	Área (%) em zona de risco de erosão/recuo de arribas	<ul style="list-style-type: none"> - Atividades turísticas sensíveis a inundações costeiras (n.º) - Alojamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º) - Equipamentos sensíveis a inundações costeiras (n.º) - População sensível a inundações costeiras (Pop./km2) - Infraestruturas de transporte sensíveis a inundações costeiras (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - VAB/empresa comércio - VAB/empresa serviços - N.º Bombeiros/1.000 residentes - N.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco) - Investimento em defesa costeira 2003-2023 - População residente no litoral "em risco" com mais de 65 anos (%)



Índice de vulnerabilidade	Exposição a riscos climáticos (40%)	Indicadores de sensibilidade a estímulos climáticos (40%)	Indicadores de capacidade adaptativa (20%)
			<ul style="list-style-type: none"> – População residente no litoral “em risco” com ensino superior (%)
Erosão hídrica	Área (%) com potencial de erosão hídrica do solo	<ul style="list-style-type: none"> – Culturas temporárias e de regadio sensíveis a erosão hídrica (ha) 	<ul style="list-style-type: none"> – Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior
Instabilidade de vertentes	Área (%) suscetível a instabilidade de vertentes	<ul style="list-style-type: none"> – Património classificado sensível a desabamentos e movimentos de vertentes (ha) – Alojamentos sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (n.º) – Infraestruturas de transporte sensíveis a desabamentos e movimentos de vertentes (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – N.º Bombeiros/1.000 residentes – N.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)
Calor excessivo	Área (%) suscetível ao calor excessivo, segundo classes de suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades turísticas sensíveis às temperaturas elevadas (n.º) – População sensível ao calor (índice de dependência total) 	<ul style="list-style-type: none"> – Habitantes por centro saúde do SNS – Percentagem de população residente sem ar condicionado – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – Capacidade adaptativa Energia
Secas meteorológicas	Área (%) suscetível a secas meteorológicas	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água (ha) – Áreas naturais protegidas (ha) sensíveis à seca moderada – Origens de água sensíveis a secas 	<ul style="list-style-type: none"> – Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior – Garantia intrínseca de disponibilidade de água – Índice de conhecimento infraestrutural
Tempestades de vento	Área (%) suscetível a tempestades de vento	<ul style="list-style-type: none"> – Infraestruturas de transporte sensíveis ao vento (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – VAB/empresa indústria – VAB/empresa comércio – VAB/empresa serviços – N.º Bombeiros/1.000 residentes – N.º Bombeiros/pop sensível (residente em área de risco)

Fonte: PMAAC-AML (2018)

A partir da representação cartográfica destes índices, foram identificados e analisados os principais focos de vulnerabilidade climática atual e futura, passíveis de configurar territórios vulneráveis prioritários para a adaptação à escala local.

O exercício de projeção das vulnerabilidades futuras, realizado para os diferentes tipos de risco, teve por base a modelação de forçadores climáticos segundo cenários de médio e longo prazo (sintetizados na cartografia de riscos futuros).

A avaliação das vulnerabilidades climáticas futuras no âmbito dos planos municipais de identificação de risco e vulnerabilidades foi desenvolvida a partir, por um lado, da identificação para cada setor da ENAAC 2020 e ao nível metropolitano dos potenciais impactes negativos diretos e indiretos (ameaças) projetados para o território da Área Metropolitana de Lisboa como resultado das alterações climáticas, assim como dos impactes positivos diretos ou indiretos (oportunidades) projetados, considerando a diversidade territorial existente.

1.3.6. Limitações metodológicas

Os 'Planos Municipais de Identificação de Riscos e de Vulnerabilidades' constituem um enfoque da análise realizada à escala metropolitana, tendo por isso sido aplicada a mesma metodologia de análise, embora procurando-se evidenciar a realidade territorial específica.

Visam, no essencial permitir uma melhor compreensão municipal dos impactes e das vulnerabilidades que o município evidencia no âmbito da Área Metropolitana de Lisboa.

Por esse facto, o planeamento adaptativo municipal e de mitigação da exposição local aos riscos climáticos e hidrológicos não dispensa a realização de exercícios analíticos mais aprofundados de âmbito municipal a partir de metodologias de levantamento, cartografia e análise territorialmente mais sensíveis e cartograficamente mais detalhadas.

Paralelamente, importa relevar algumas limitações metodológicas associadas aos modelos de cálculo utilizados, bem como lacunas de conhecimento.

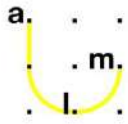
Em primeiro lugar, é essencial sublinhar que, atendendo aos objetivos específicos do PMAAC-AML e à necessidade de realizar uma avaliação uniformizada e integrada dos riscos climáticos na região, a espacialização dos riscos climáticos atuais foi desenvolvida a uma escala metropolitana. Por isso, esta cartografia de risco não tem como objetivo substituir a cartografia plasmada nos instrumentos de gestão territorial de âmbito municipal, que é produzida a uma escala mais detalhada e que, como tal, deverá servir de referência para as avaliações de riscos climáticos desenvolvidas ao nível local.

No mesmo sentido, a avaliação de sensibilidade a estímulos climáticos foi desenvolvida à escala metropolitana, tendo por base, sobretudo, a georeferenciação dos elementos expostos fornecidos por cada município e considerando o valor relativo dos elementos expostos para a região e para cada sector. Como existem diferenças significativas no tipo e na quantidade de informação georeferenciada que foi obtida, admite-se a possibilidade de haver inconsistências nesta avaliação. Por outro lado, a aplicação de critérios de avaliação de escala metropolitana concorre pontualmente para a desvalorização da sensibilidade de elementos expostos que, ao nível local, sejam considerados importantes.

Para a maior parte dos indicadores considerados relevantes para a avaliação da capacidade adaptativa, a escassez de informação estatística disponível, atual e consistente ao nível das freguesias determinou que, neste exercício, fosse utilizada a escala concelhia. Como tal, também no cálculo dos índices de vulnerabilidade atual e futura, os indicadores de capacidade adaptativa

considerados em cada concelho são iguais para todas as freguesias e não permitem avaliar a sua diferenciação intramunicipal.

Por fim, importa também referir que não foi possível considerar na avaliação de vulnerabilidade climática todos os indicadores de sensibilidade e capacidade adaptativa inicialmente identificados na metodologia como relevantes (alguns, possivelmente, até mais adequados), pelos seguintes motivos: i) não ter sido disponibilizada por todos os municípios a informação de base para a sua construção; ii) a informação disponibilizada não ser consistente ao nível metropolitano e, como tal, poder enviesar a sua análise; iii) não estarem disponíveis dados robustos para todos concelhos relativos a alguns indicadores de sensibilidade; iv) não haver informação disponível a um nível territorial adequado para alguns indicadores de sensibilidade.



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 2. Contexto climático

Cofinanciado por:



2. Contexto climático

A contextualização climática foi realizada considerando oito 'Unidades Morfoclimáticas', diferenciando as áreas com condições climáticas relativamente homogêneas (Figura 5).

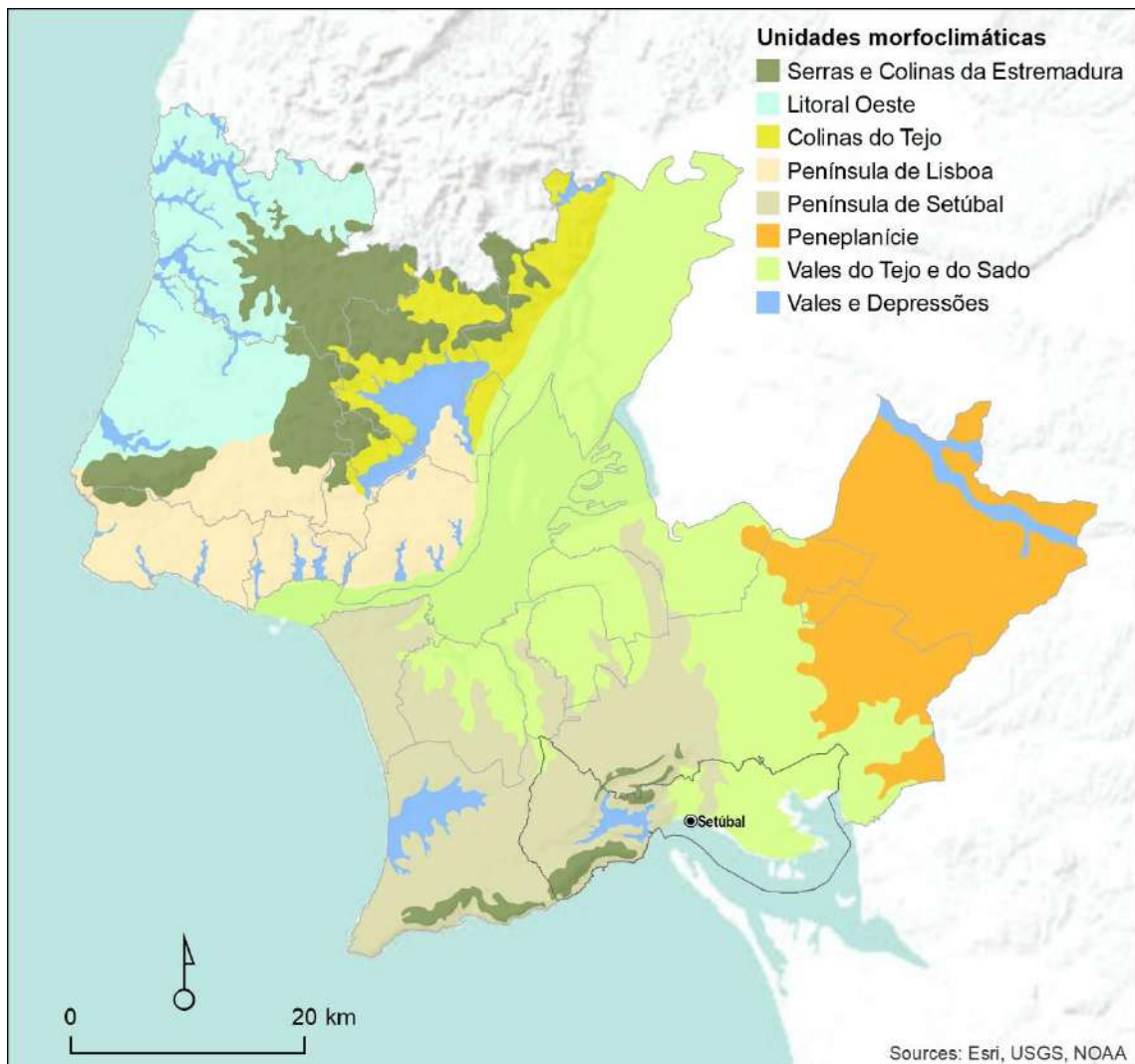
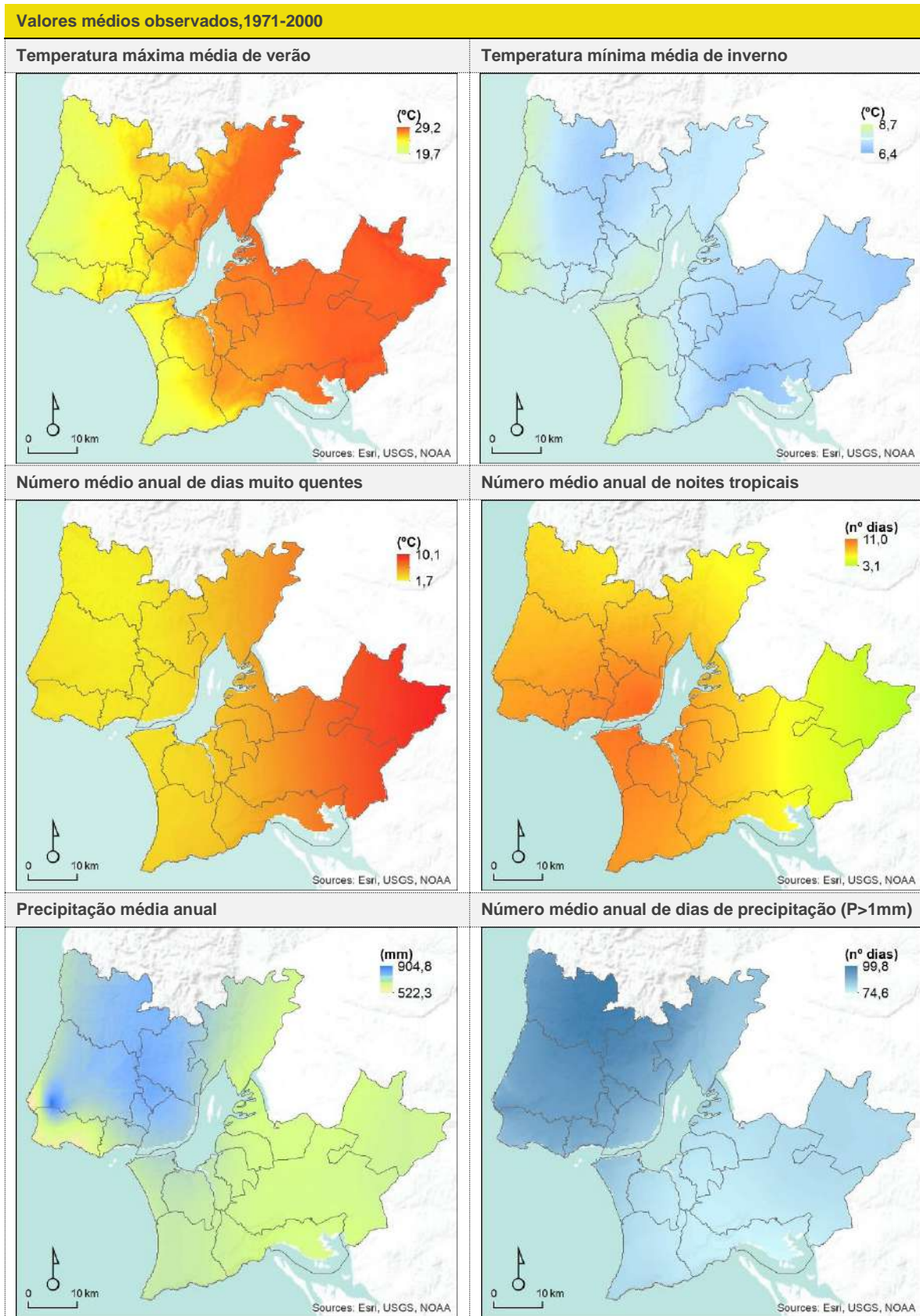


Figura 5. Posicionamento do concelho de Setúbal nas unidades morfoclimáticas do território metropolitano

Concretizou-se a partir dos valores médios e extremos ocorridos entre 1971 e 2000 e os elementos mais recentemente observados entre 2001 e 2016 (figuras seguintes).



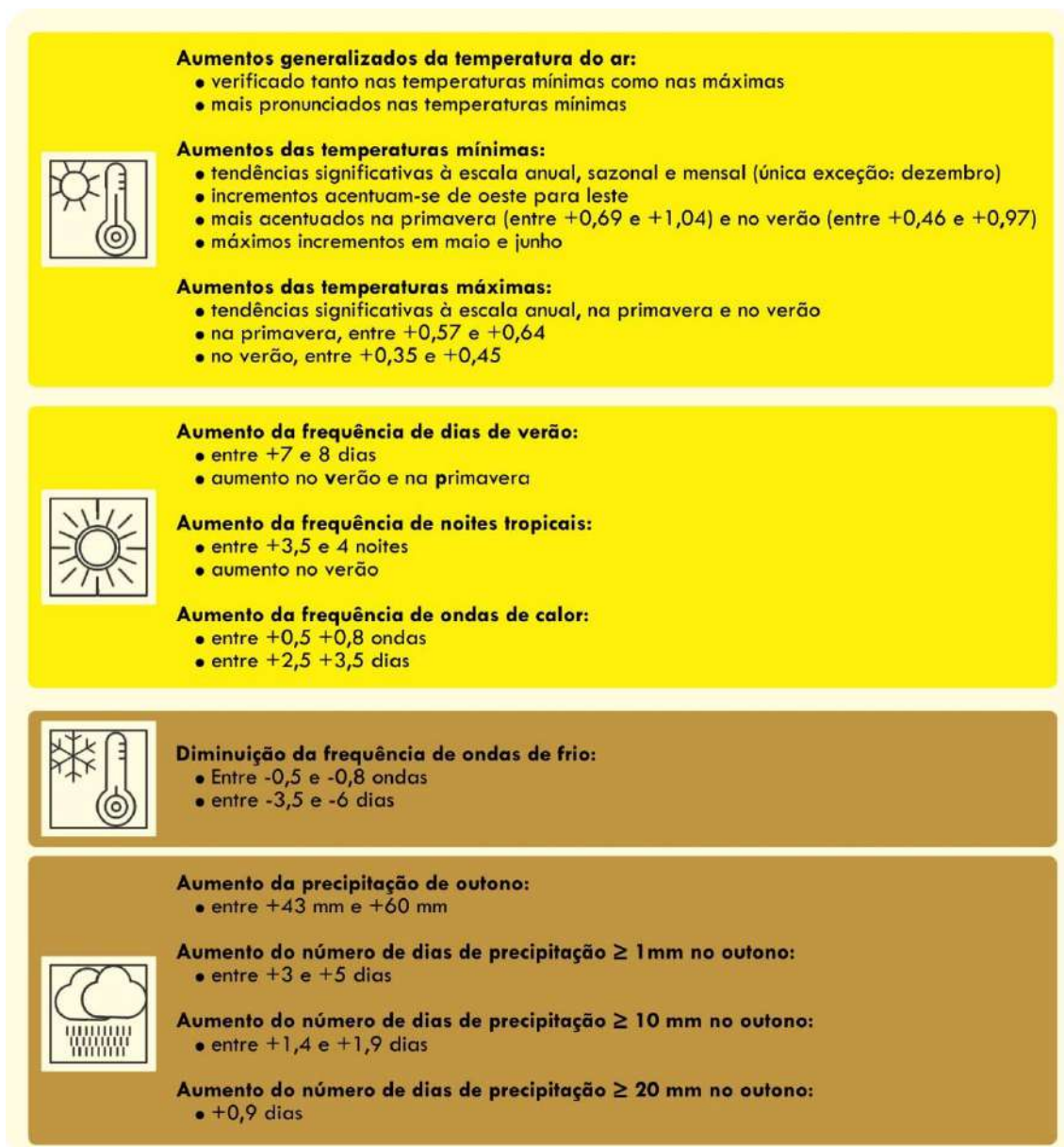
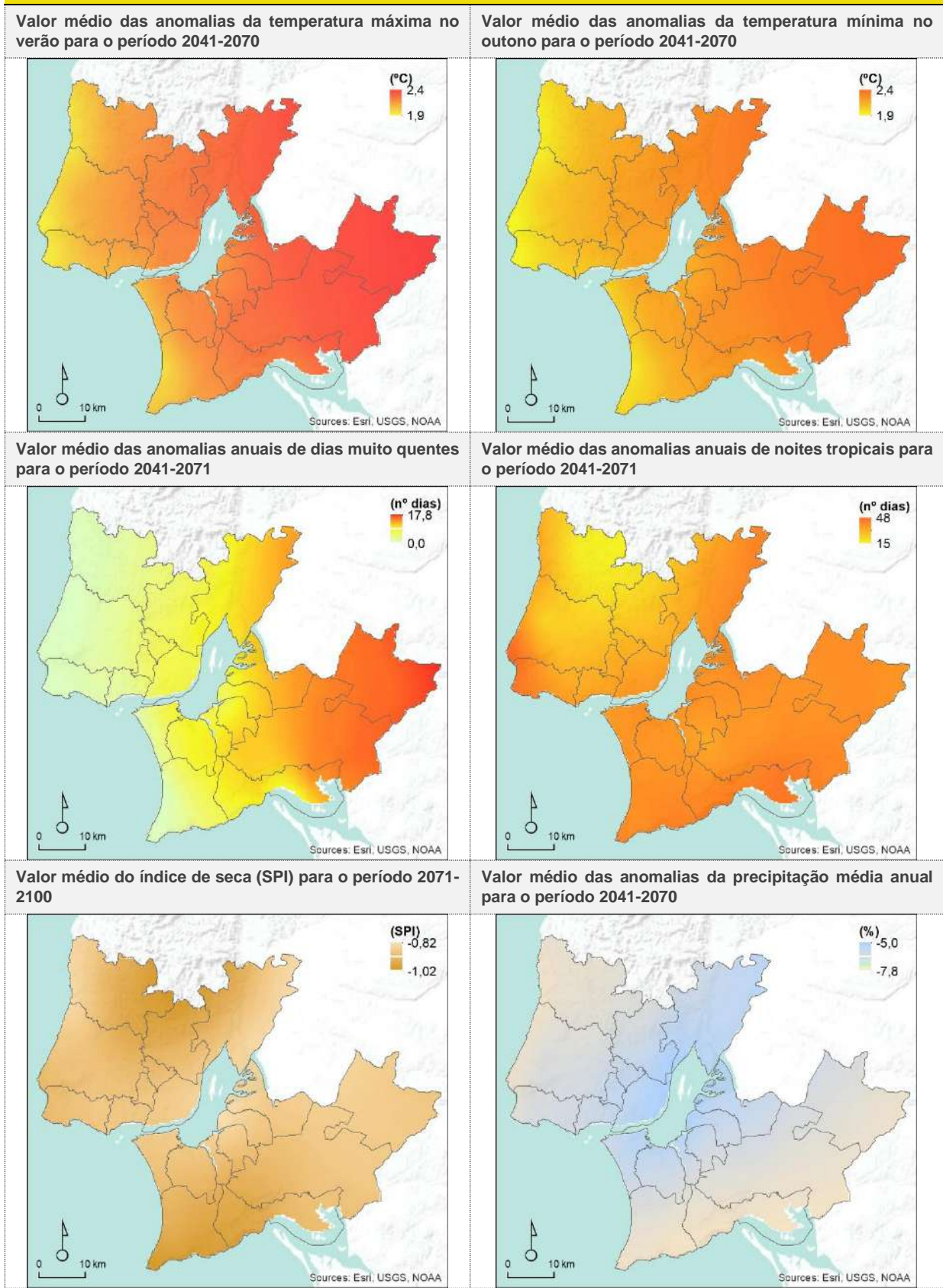


Figura 6. Principais tendências climáticas observadas no território metropolitano (1971-2016)

Foram desenvolvidos dois cenários para dois períodos temporais de projeção no território metropolitano: (i) de 2041 a 2070; e, (ii) de 2071 a 2100. As figuras seguintes apresentam algumas das anomalias projetadas de diferentes variáveis climáticas em relação aos valores médios do período histórico (1971-2000) para o cenário RCP8.5.

Valores médios de anomalias, 2041-2070 e 2071-2100



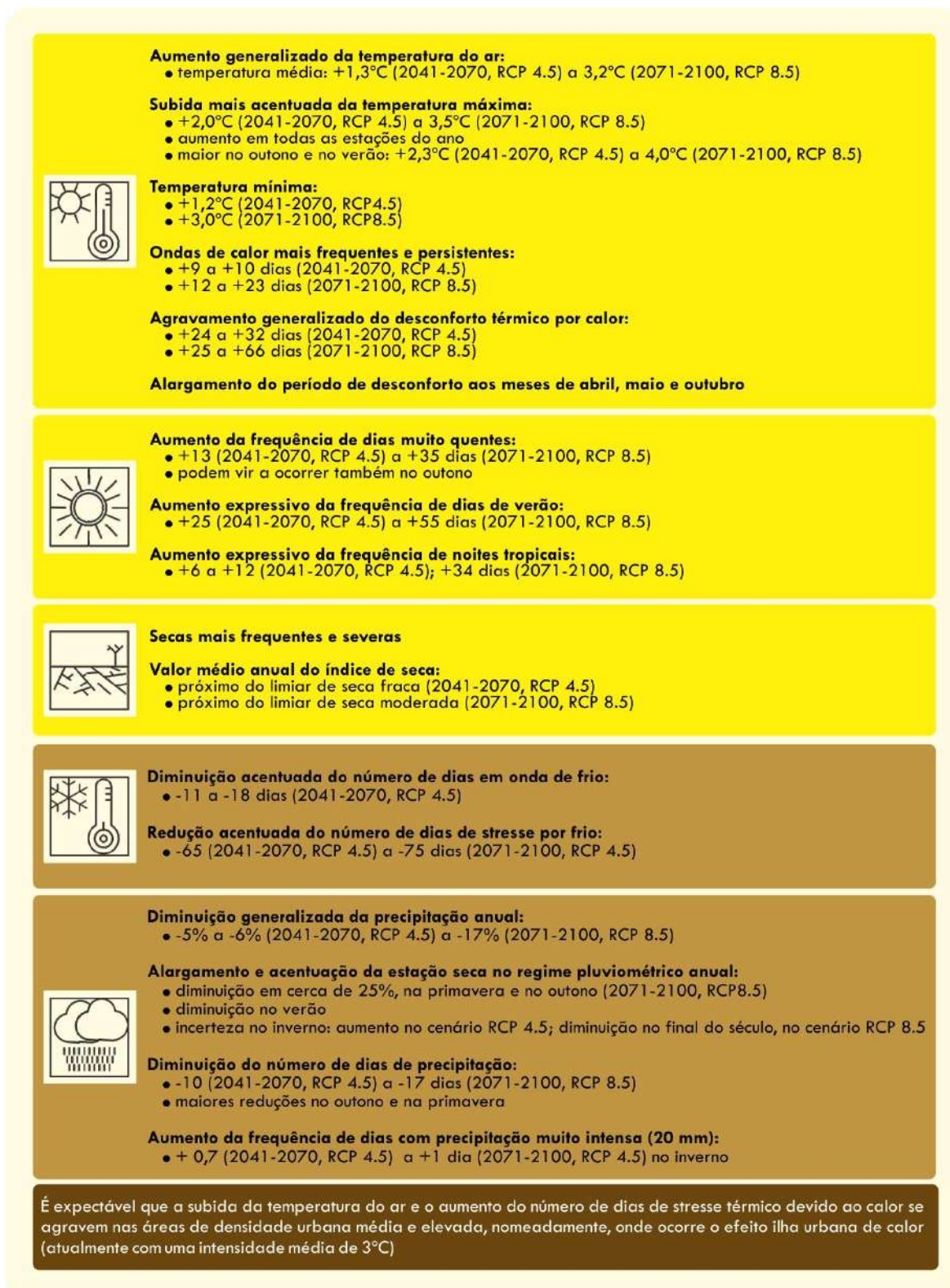
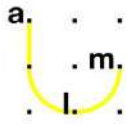


Figura 7. Projeções bioclimáticas no território metropolitano (2041-2070 e 2071-2100)



3. Riscos climáticos

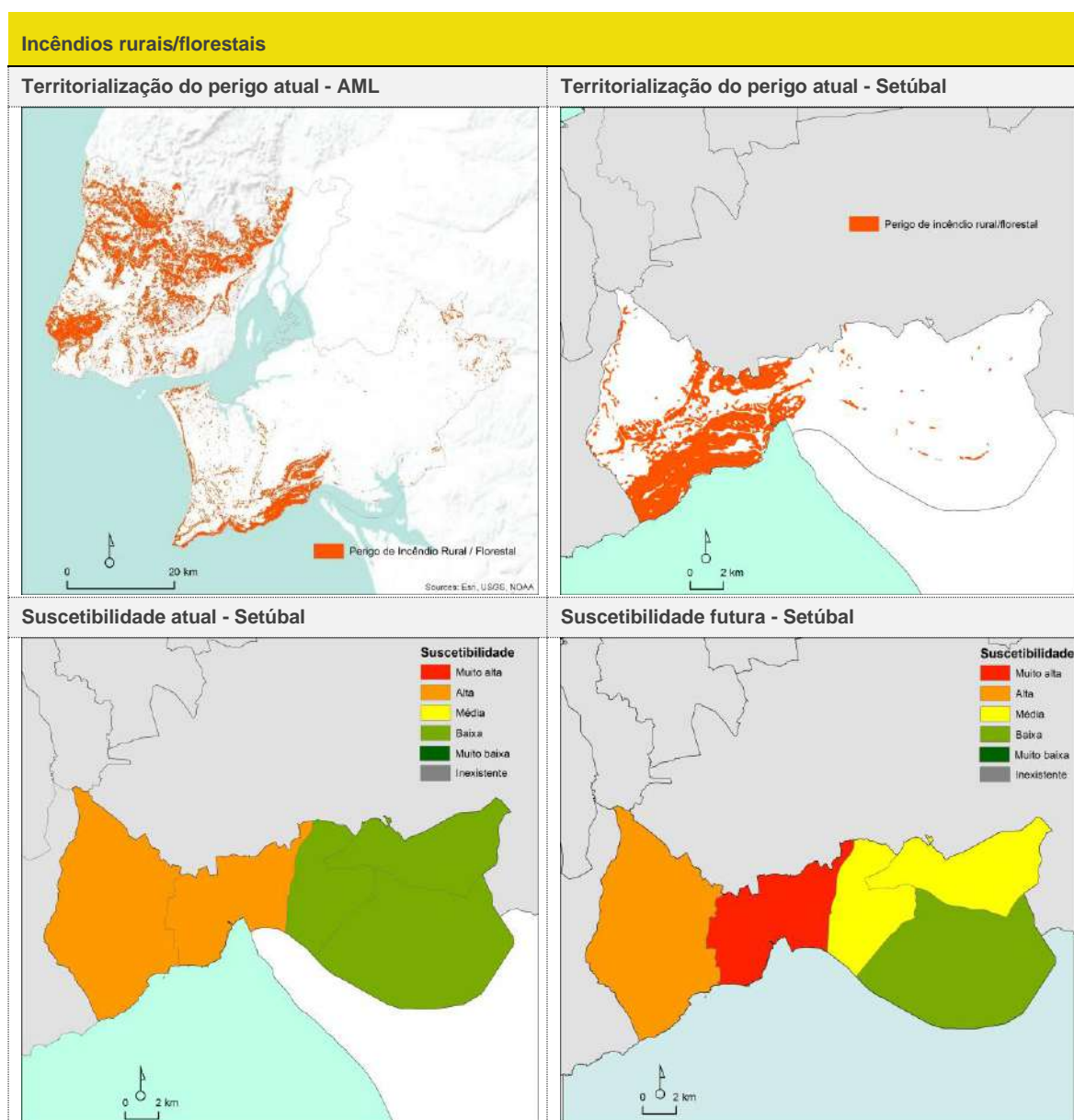
Atualmente, o município de Setúbal apresenta suscetibilidade elevada a inundações estuarinas, essencialmente no setor este do município, nas freguesias que confinam com o estuário do Sado, nomeadamente a freguesia de Sado, com nível muito alto, e a freguesia de Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra, com nível alto. Em condições futuras, ambas estas freguesias apresentam suscetibilidade muito alta, enquanto nas restantes é baixa ou inexistente. As cheias rápidas ocorrem essencialmente ao longo dos fundos dos vales das ribeiras do Livramento e da Figueira, e em Azeitão, nos fundos de vale de um conjunto de linhas de água afluentes da margem direita da Vala Real. A freguesia de Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) apresenta suscetibilidade moderada no futuro, e as restantes freguesias terão suscetibilidade baixa. As cheias progressivas têm expressão somente na UF Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra, que terá suscetibilidade baixa no futuro.

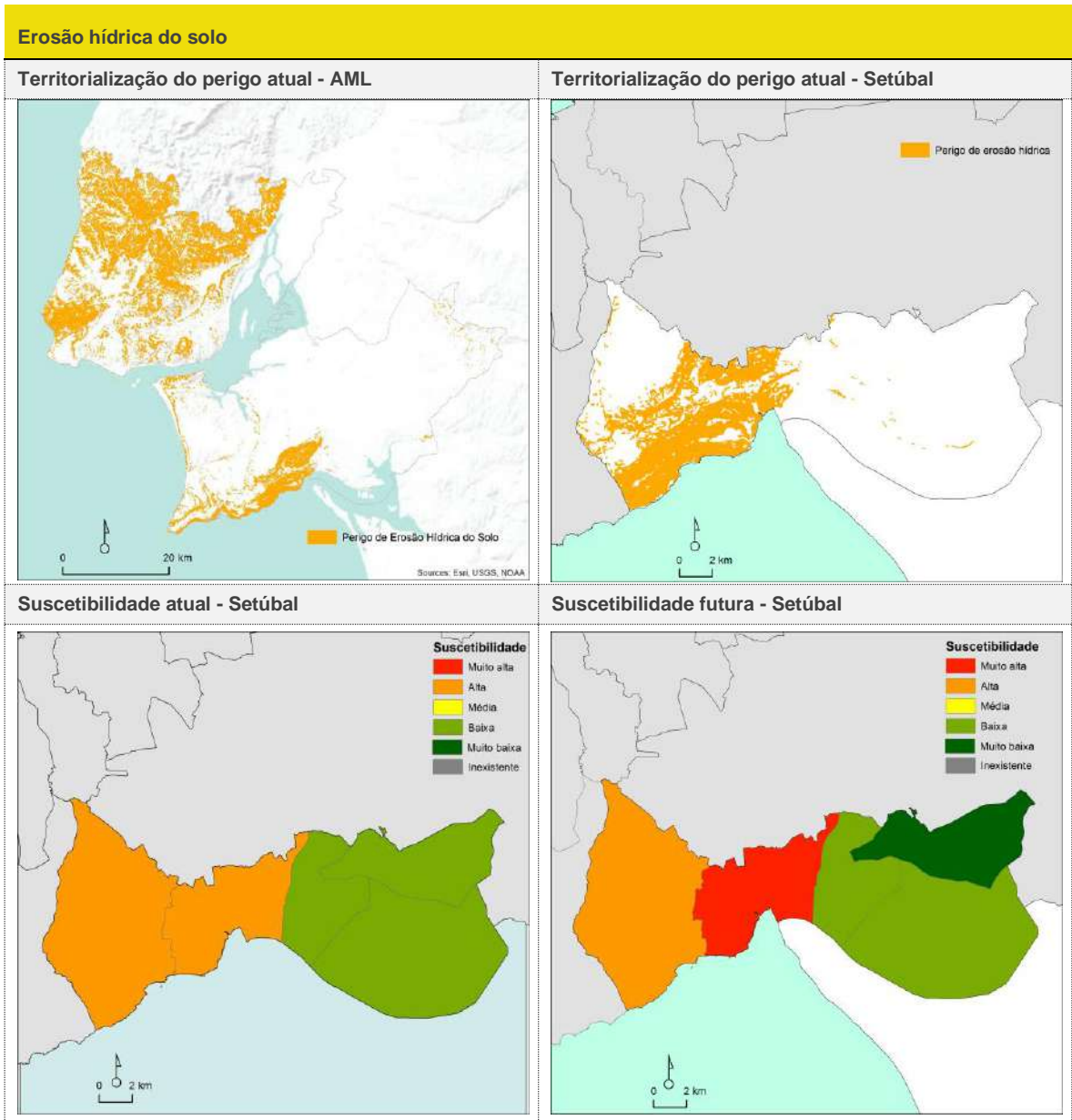
A suscetibilidade a incêndios florestais e a erosão hídrica do solo é atualmente elevada no município de Setúbal, essencialmente na área correspondente ao Parque Natural da Arrábida, no setor ocidental, afetando em particular duas freguesias: Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) e Azeitão (São Lourenço e São Simão). No futuro, a suscetibilidade a incêndios tenderá a agravar-se, devido ao aumento dos parâmetros relacionados com a temperatura projetados para as URCH dos Vales do Tejo e Sado e da Península de Setúbal, às quais o município pertence. Por isso, a freguesia de Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) apresenta suscetibilidade muito alta a incêndios, e a freguesia de Azeitão (São Lourenço e São Simão) apresenta suscetibilidade alta. No futuro, apenas a freguesia do Sado apresenta suscetibilidade baixa a incêndios.

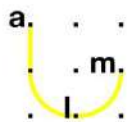
Os movimentos de massa em vertentes têm, atualmente, expressão relevante em duas freguesias: Azeitão (São Lourenço e São Simão) e Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça), localizadas no setor ocidental do município, onde as condições topográficas e geológicas propiciam a ocorrência do processo. Nas condições atuais e futuras, estas duas freguesias apresentam suscetibilidade elevada, enquanto as restantes têm suscetibilidade muito baixa.

As freguesias de Azeitão (São Lourenço e São Simão) e Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) são suscetíveis a erosão de litoral rochoso, com potencial recuo das arribas, que se expressa em suscetibilidade alta nas condições atuais e muito alta no futuro. A erosão de litoral arenoso tem expressão apenas na freguesia de Azeitão (São Lourenço e São Simão), com suscetibilidade média atualmente e elevada em condições futuras.

A suscetibilidade ao calor excessivo apresenta atualmente um nível médio em todo o território de Setúbal, com tendência a agravar-se no futuro para um nível alto, devido ao incremento projetado dos parâmetros associados à temperatura do ar, apresentando suscetibilidade elevada em todas as freguesias. A suscetibilidade à seca é atualmente moderada na generalidade do território, mas tenderá a aumentar para suscetibilidade alta em todas as freguesias, em condições futuras. A suscetibilidade a tempestades de vento é baixa nas freguesias situadas a este, e média nas freguesias da vertente ocidental.

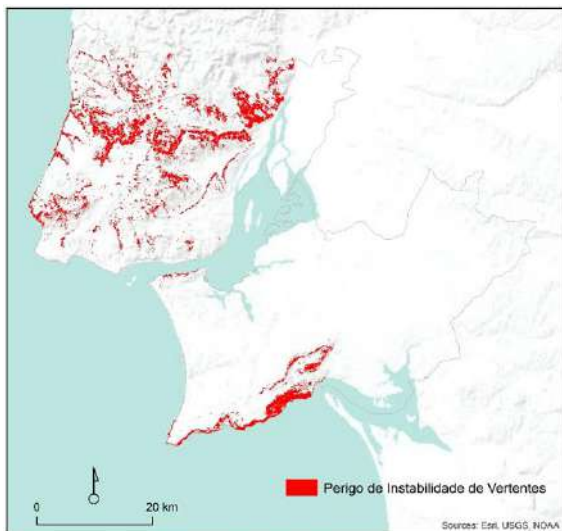




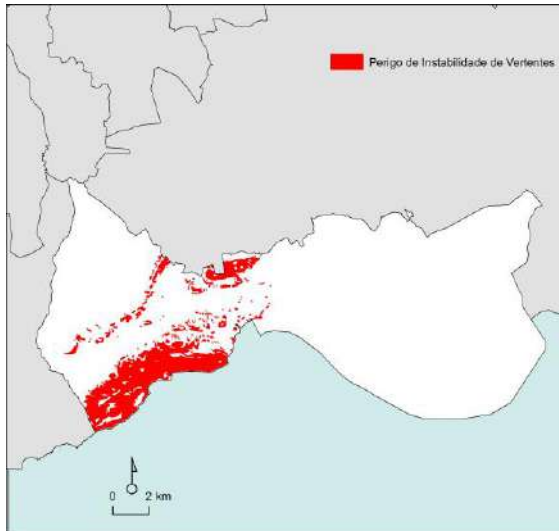


Instabilidade de vertentes

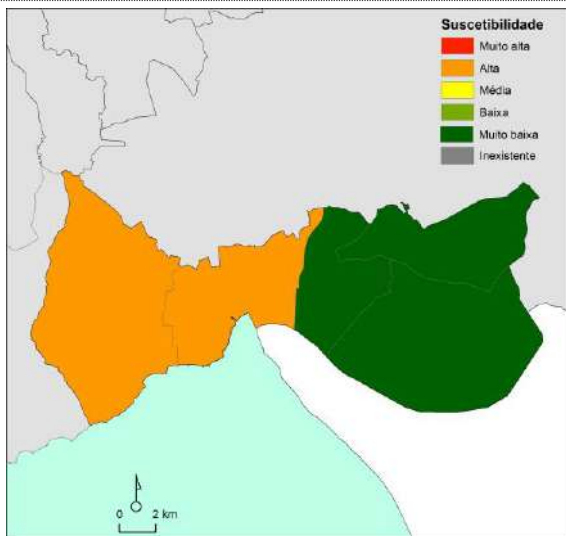
Territorialização do perigo atual - AML



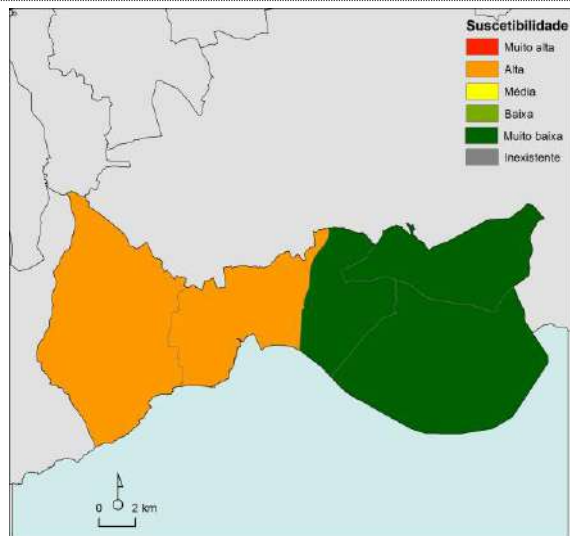
Territorialização do perigo atual - Setúbal

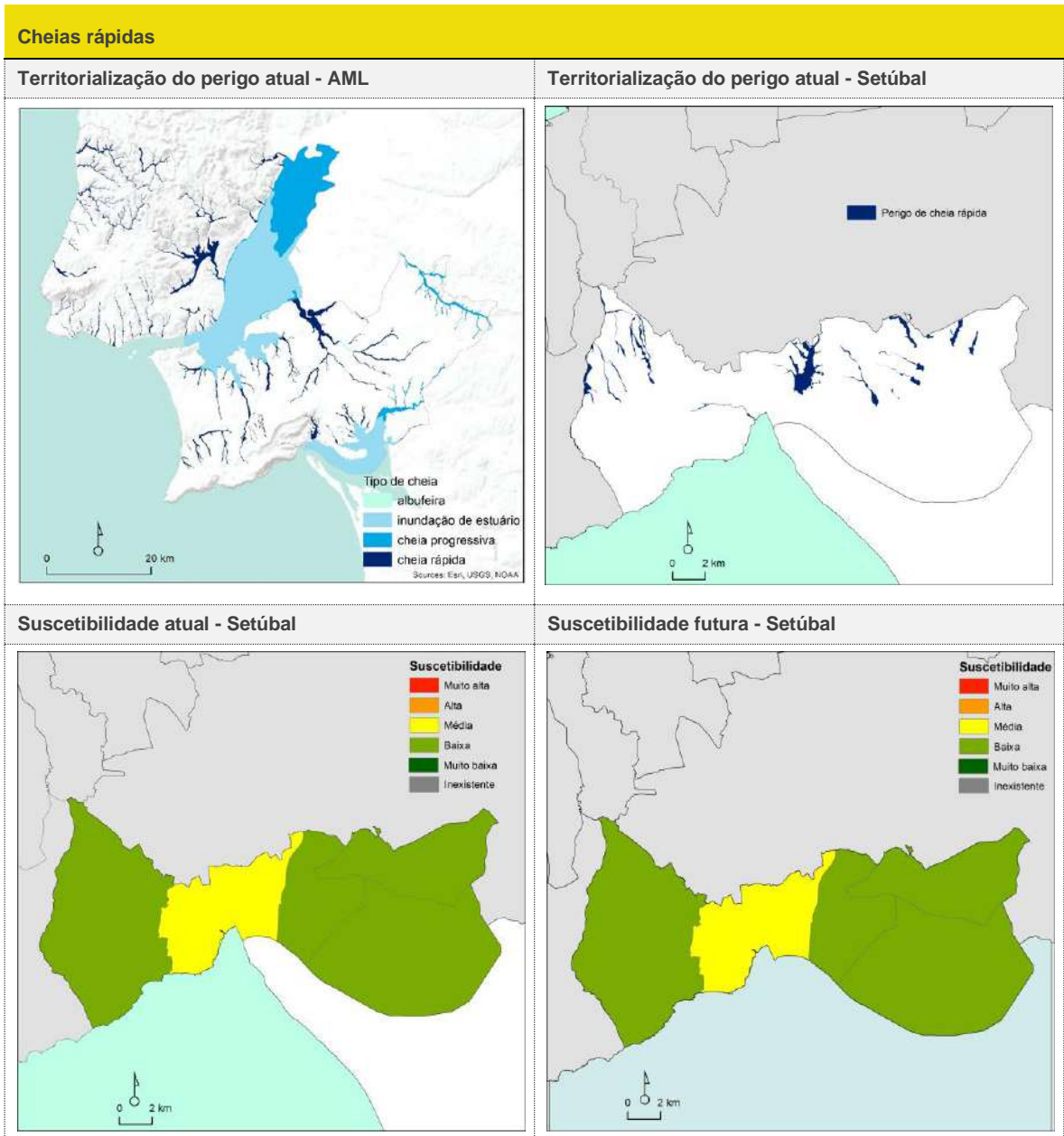


Suscetibilidade atual - Setúbal

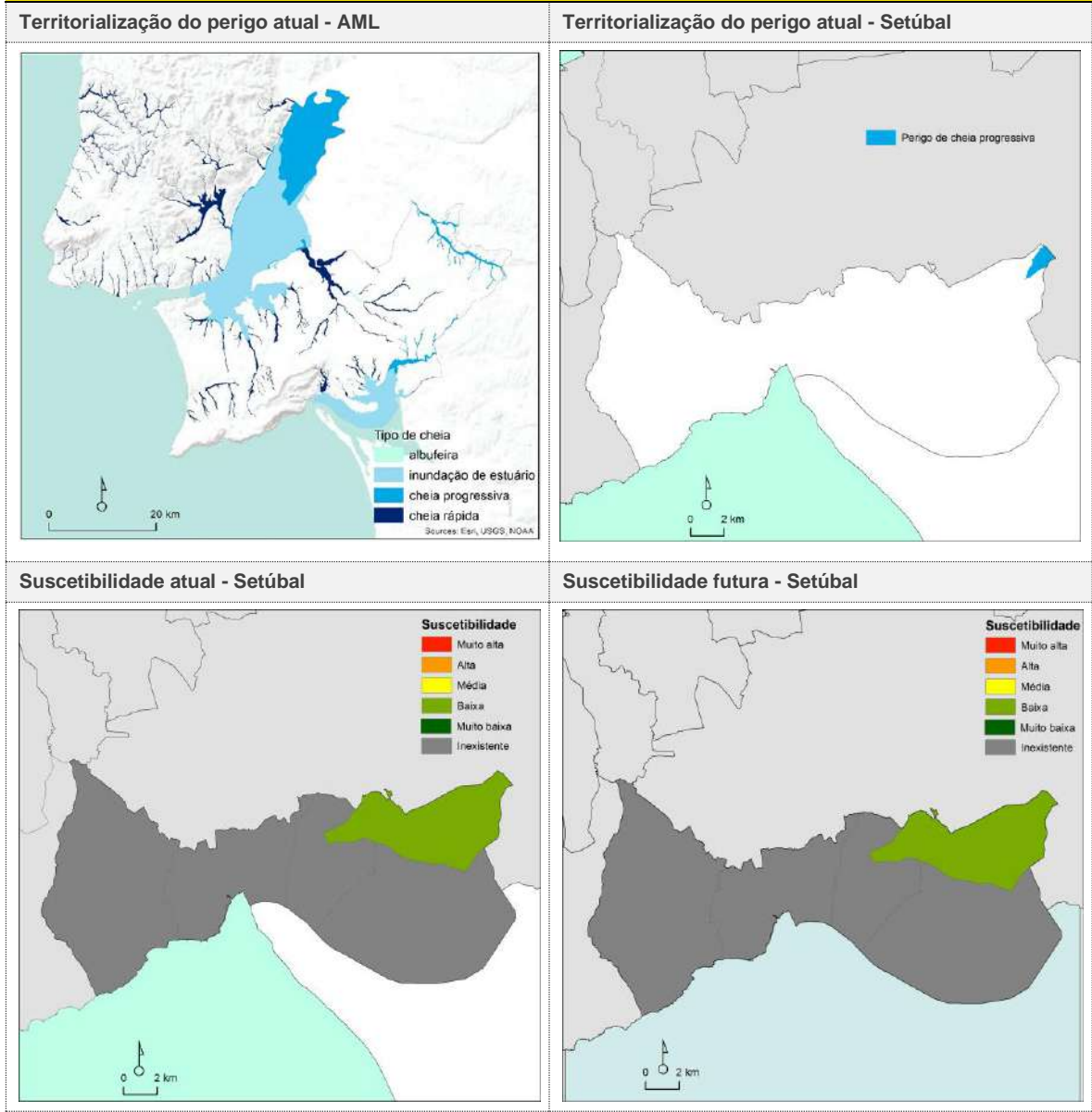


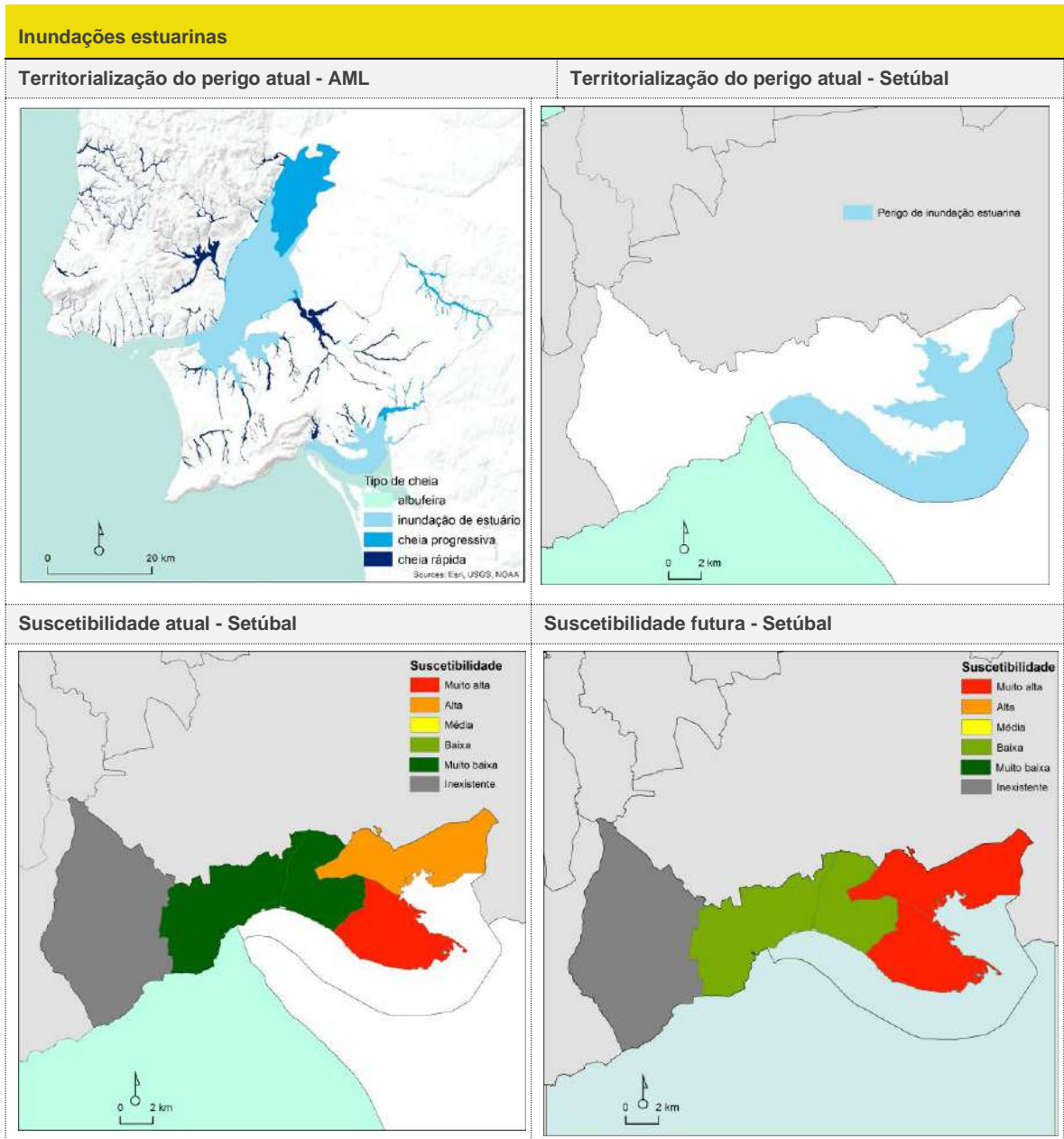
Suscetibilidade futura - Setúbal



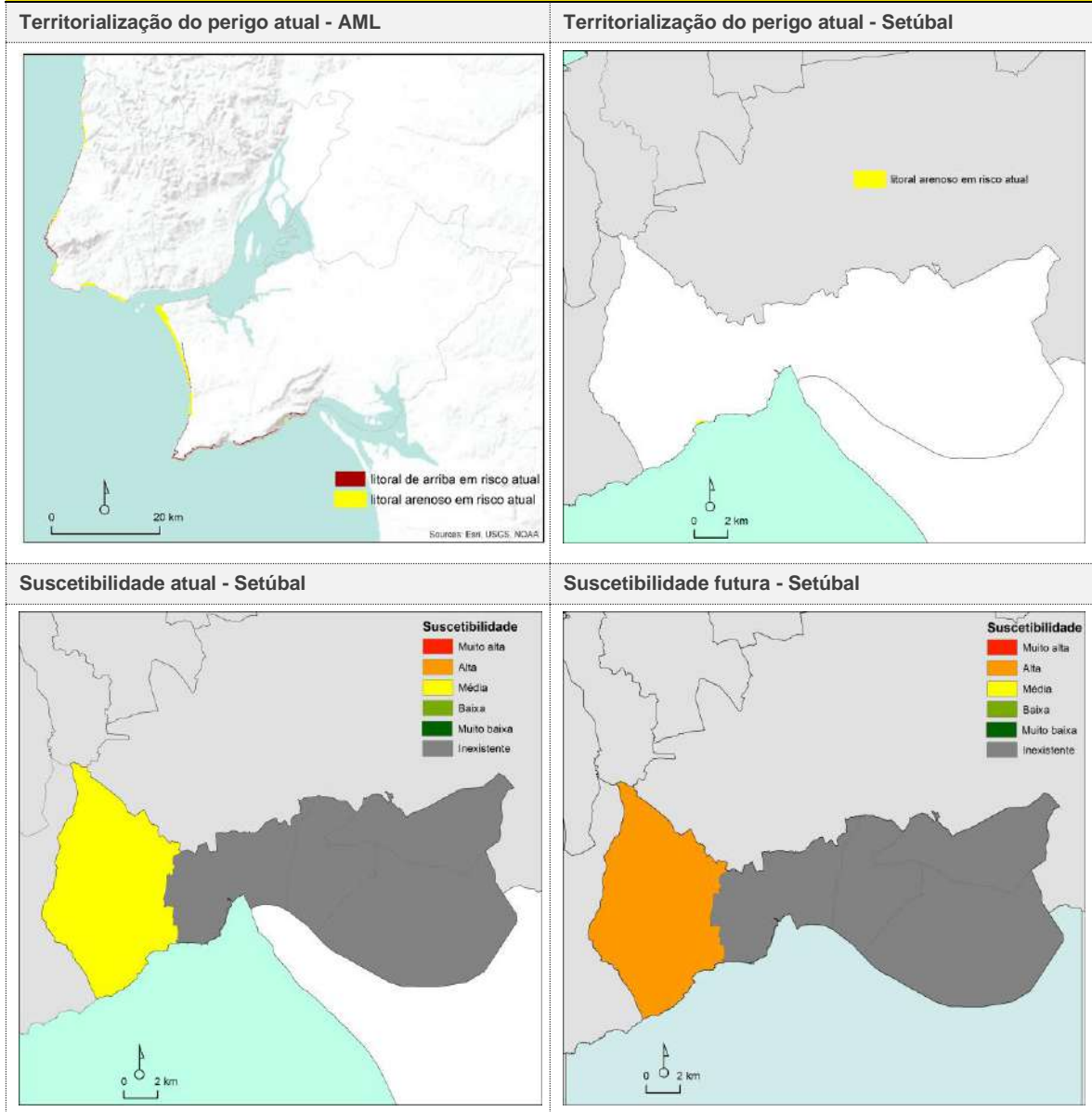


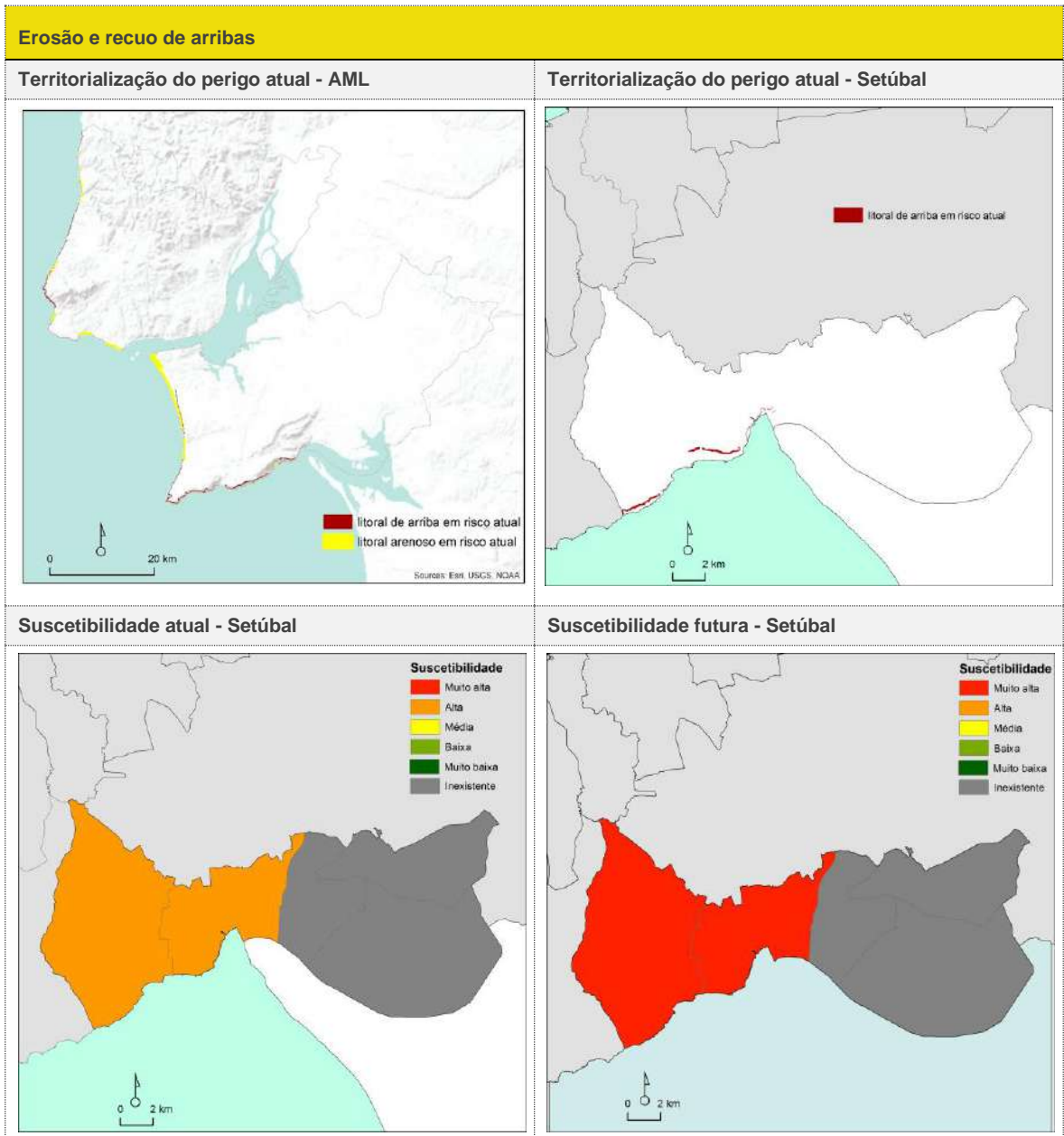
Cheias progressivas

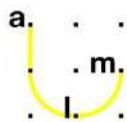




Inundações e galgamentos em litoral arenoso

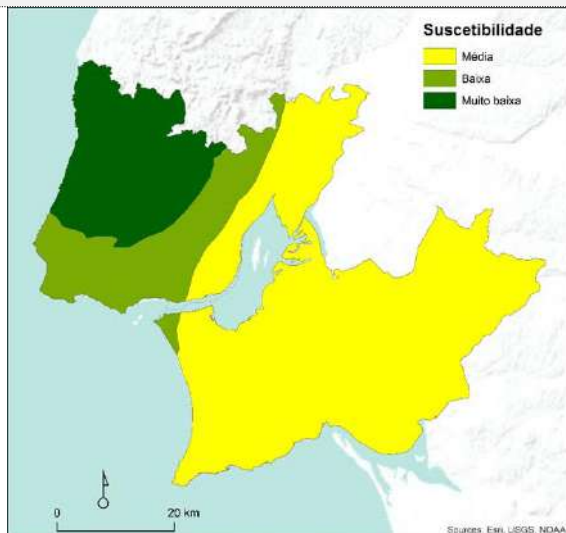




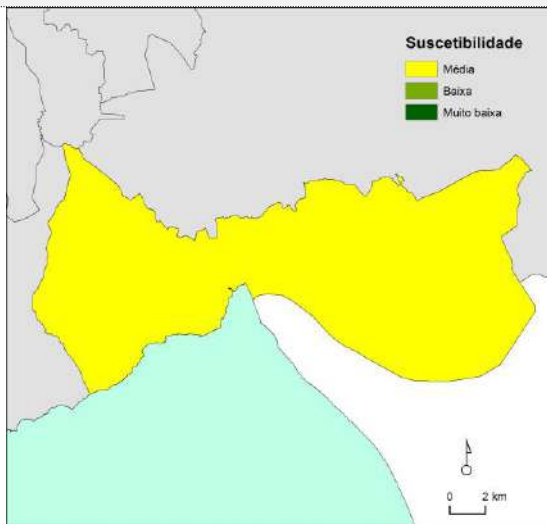


Calor excessivo

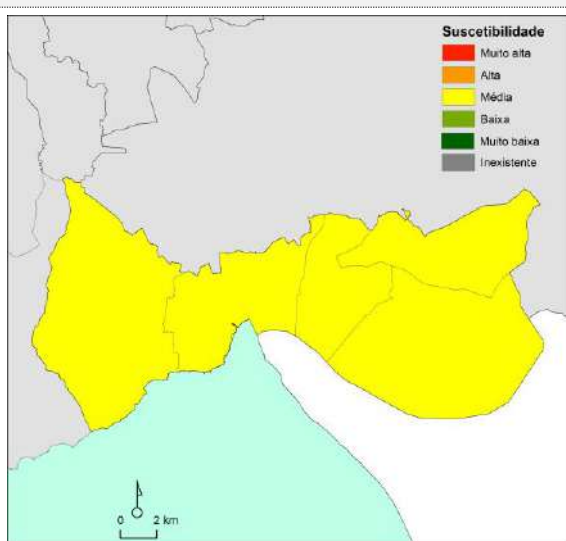
Territorialização do perigo atual - AML



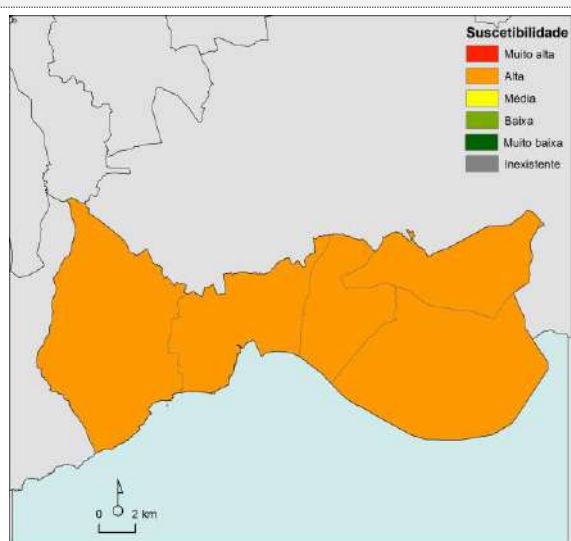
Territorialização do perigo atual - Setúbal

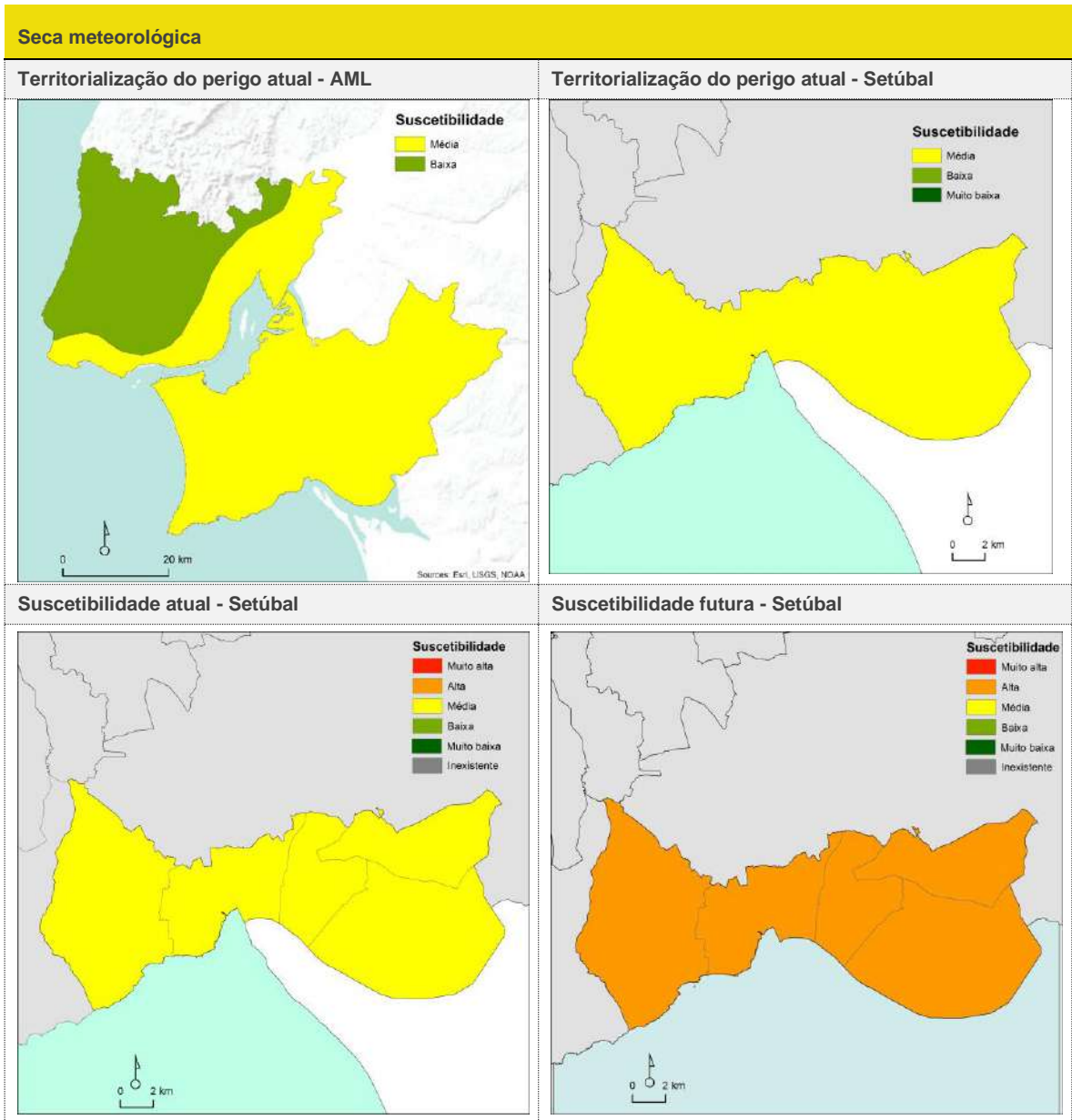


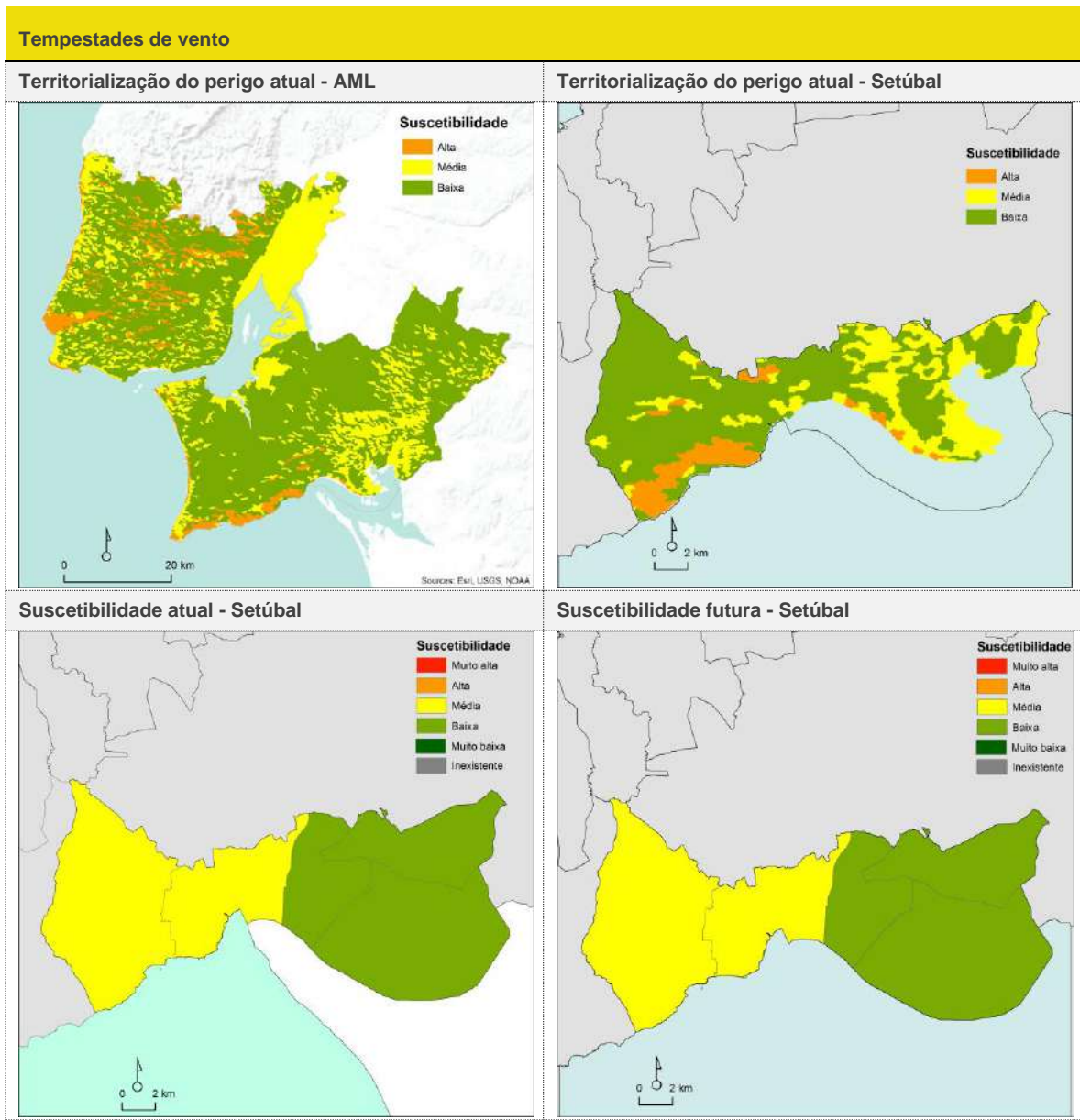
Suscetibilidade atual - Setúbal

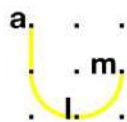


Suscetibilidade futura - Setúbal









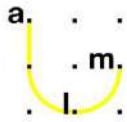
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 4. Análise de sensibilidade a estímulos climáticos

Cofinanciado por:





4. Análise de sensibilidade a estímulos climáticos

4.1. Agricultura e florestas

Em Setúbal, de acordo com os dados a carta de uso do solo de 2015, os espaços agroflorestais representavam cerca de 9.500 hectares, correspondendo a aproximadamente 41% da área total do município. Esta tipologia de espaços contemplava cerca de 50% de superfícies agrícola e florestal, com aproximadamente 4.700 hectares registados para cada tipologia. Importa referir que, de acordo com o recenseamento agrícola de 2009, a superfície agrícola utilizada (SAU) era de 2.902 hectares, cerca de 12,6% da área total do concelho.

A localização dos espaços agroflorestais do concelho em áreas sensíveis aos estímulos climáticos - designadamente a incêndios florestais e/ou secas meteorológicas e/ou inundações estuarinas e/ou erosão hídrica do solo - constituem as situações mais problemáticas associadas às alterações climáticas no setor da agricultura e florestas do município.

Em Setúbal, as atividades ligadas à agricultura e florestas têm alguma relevância para a estrutura socioeconómica concelhia. Segundo dados do INE, em 2016, representavam 2,4% das empresas, 2,3% do pessoal ao serviço e 1,6% do volume de negócios total do concelho; no que diz respeito ao VAB, as empresas representavam 13,1% do VAB global metropolitano neste setor (também em 2016).

Em termos agrícolas, as principais ocupações eram relativas a culturas temporárias de sequeiro e regadio (1.127 hectares) - com destaque para os hortícolas, tomate, arroz e milho - e sistemas culturais e parcelares complexos (1.105 hectares), dispersos pelo território concelhio, correspondendo respetivamente a 11,8% e 11,6% dos espaços agroflorestais. Estes últimos dizem respeito a múltiplas pequenas parcelas/blocos de agricultura familiar, compostas/os por uma ocupação de geometria e temporalidade muito variáveis com culturas permanentes – sobretudo árvores de fruto – e temporárias – sobretudo hortícolas como brássicas, batata, tubérculos e tomate -, muitas vezes ligadas a um regime de agricultura a tempo parcial.

Em termos dos riscos analisados, constata-se que estas áreas agrícolas encontram-se condicionadas principalmente aos riscos de secas meteorológicas e/ou inundações estuarinas e/ou erosão hídrica do solo. Relativamente a este último risco, esta tipologia condicionará atualmente cerca de 15% dos espaços agrícolas, predominando na zona poente do concelho - Azeitão e Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça); a suscetibilidade a este risco é tida como 'alta' nestas duas freguesias. As perspetivas futuras apontam para um agravamento desta suscetibilidade (para 'muito alta') no caso da União de Freguesias de Setúbal, mantendo-se 'alta' no caso de Azeitão. Quanto às secas, apesar de atualmente todo o concelho ser considerado como de suscetibilidade 'média', aponta-se um incremento global, em todo o território e em termos

futuros, para ‘alta’ suscetibilidade, com especial impacte potenciais negativo nas culturas de regadio, vinhas e pomares instalados. Por fim, as inundações estuarinas revelam, na situação atual, suscetibilidades ‘alta’ e ‘muito alta’, respetivamente, nas freguesias de Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra e de Sado, sendo que se projeta o seu agravamento na primeira destas freguesias (que passará a ‘muita alta’), com implicações potenciais nas culturas temporárias instaladas nas faixas de território confinantes com o rio Sado.

No que concerne à área florestal, verifica-se a existência de significativas manchas de pinheiro manso (2.079 hectares), pinheiro bravo (1.102 hectares) e de sobreiro (1.051 hectares), cuja presença no território concelhio encontra-se essencialmente reportada no Parque Natural da Arrábida. No contexto das projeções dos riscos municipais, verifica-se que, para a situação atual, a suscetibilidade a este risco já é considerada ‘alta’ nos casos das freguesias de Azeitão e Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça), sendo que, para o cenário futuro de alterações climáticas, se perspetiva um agravamento da suscetibilidade ao risco de incêndio (para ‘muita alta’) precisamente no território de Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) – onde se integra a Serra da Arrábida.

Tabela 7. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial ‘agricultura e florestas’

Sector	Agricultura e florestas					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • 1.130 hectares culturas temporárias de sequeiro e de regadio • 1.105 hectares de sistemas culturais parcelares e complexos • 1.050 hectares de montado • 1.100 hectares de floresta de pinheiro bravo • 2.080 hectares de floresta de pinheiro manso 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa				○ ◆		
B. Redução da precipitação				○ ◆		
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			○	◆		
D. Secas				○	◆	
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor					○ ◆	
F. Alteração na escala sazonal da temperatura				◆ ○		
G. Nível médio das águas do mar		○		◆		
H. Temperaturas baixas/ondas de frio		○	◆			
I. Gelo/geada/neve		○	◆			
J. Granizo		○	◆			

Sector	Agricultura e florestas					
K. Ventos fortes				○ ◆		
L. Tempestades/tornados/trovoadas				◆	○	

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
 ◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.2. Biodiversidade e paisagem

O concelho de Setúbal é, no contexto metropolitano, um dos municípios que apresenta maior valor para a conservação da biodiversidade, mas apresenta também uma sensibilidade muito elevada, porque integra diversos elementos de flora e vegetação reliquial ou localizados no extremo sul da área de distribuição geográfica. Abrange várias áreas classificadas, designadamente o Sítio Estuário do Sado (que abrange 27% do concelho), a Zona de Proteção Especial Estuário do Sado (20%), o Sítio Arrábida Espichel (30%) e a Reserva Natural do Estuário do Sado (também Sítio Ramsar).

Do ponto de vista da biodiversidade apresenta três áreas distintas: a Serra da Arrábida, o Estuário do Sado e os solos arenosos, correspondentes às praias, dunas recentes e antigas.

A serra calcária da Arrábida é unidade onde a flora e a vegetação apresentam maior sensibilidade, devido a incluir elementos diversos florísticos reliquiais com sejam Cercais de Carvalho-cerquinho (*Quercus faginea* subsp. *broteroi*, um carvalho marcescente) e os carrascais arbóreos de *Quercus rivasmartinezii*. Ambas são florestas mesófilas (principalmente a primeira), de carácter reliquial, e estão dependentes da compensação em humidade nos fundos de vale e vertentes viradas a norte (Capelo & Costa 2002, Capelo & Almeida 1993, Vila Viçosa 2012).

O aumento da temperatura, já documentado para as últimas décadas, em conjunto com as secas e recorrência de incêndios, têm tido como consequência uma maior facilidade de penetração de fogos no interior destas matas, ou pelo menos na sua periferia. O efeito conjunto da frequência do fogo como consequência das secas, combinado com o aumento da carga combustível, como fruto do regime de proteção da área, têm levado a uma diminuição (embora ligeira) destas matas e à sua substituição pelos matos altos (maquis - Matos termomediterrânicos pré-desérticos, habitat 5330 subtipo Pt5), principalmente dominados por *Quercus coccifera* subsp. *coccifera* constituídos por arbustos pirófilos paleo-mediterrânicos esclerófilos com capacidade de rebentar de toija após perturbação (*sprouters*) (ALFA 2004), ou mesmo de matos baixos de tipo garrigue (Matos termomediterrânicos pré-desérticos (habitat 5330 subtipo Pt 7, de acordo como P.S. da Rede Natura 2000) matos baixos calcários de composição muito diversa, mas, em regra, representados por tojais e tomilhares (ALFA 2004). Na modelação elaborada por (Benito Garzón et al. 2008) (fig.1) para a Península Ibérica pode ver-se que o cenário para 2080 é uma redução de 100% da atual área de distribuição peninsular do *Quercus faginea* subsp. *broteroi*. Este cenário parece catastrófico, contudo devemos lembrar que a quase totalidade da flora arbórea de carácter arctoterciária (do final do Terciário) se extinguiu no sul da Europa especialmente na Península Ibérica quando da

instalação do clima mediterrâneo. Estas matas da Arrábida são as que, em todo o maciço calcário, apresentam maior sensibilidade a um eventual aumento da incidência dos fogos, a ondas de calor e aumento do período de seca sobretudo no período do verão, período de maior **stress** hídrico para estas plantas (Catarino *et al.* 1982, Clemente 2003, Correia & Pinto 2005). Devemos referir ainda que, na análise elaborada pela equipa do clima, neste projeto, sobre a distribuição das secas na Área Metropolitana de Lisboa, há até à atualidade uma tendência para as secas se prolongarem mais nas depressões e fundos de vale e, portanto, aí os seus efeitos sobre a biodiversidade serão mais severos.

Nas areias e arenitos circundantes da serra da Arrábida e cidade de Setúbal a sensibilidade da flora e vegetação são, também, elevadíssimas. O sobreiro apresenta atualmente uma tendência para diminuição da área ocupada em todo o concelho (a mortalidade tem sido elevada em períodos de seca prolongada), não tendo possibilidade de migração pois não tem habitat acidófilo de maior humidade onde possa refugiar-se já que a serra da Arrábida é calcária. Por outro lado, estudos recentes provam que tanto o excesso de água como a sua falta reduzem substancialmente a vitalidade da árvore o que a torna suscetível à ação da *Phytophthora cinnamomi* (Camilo-Alves *et al.* 2013) (*oomiceto diplóide* que está entre as mais importantes invasoras do mundo) que conduz à morte da árvore em caso de secas sucessivas. Também a mudanças de práticas culturais associadas aos montados de sobre têm conduzido à destruição do sistema radicular periférico do sobreiro diminuindo drasticamente à vitalidade da árvore (fundamental na absorção de nutrientes e água) (Dinis *et al.*, 2011), contribuindo para um aumento da sensibilidade às secas. Se observarmos o que tem sucedido nas últimas décadas, há uma clara ligação entre secas prolongadas e a morte elevada dos sobreiros. Na modelação de Benito Garzón *et al.* (2009) verificamos que todos os extensos sobrais tagano-sadenses tenderiam a migrar para norte e/ou para áreas de a maior altitude como a serra de Sintra, de não houvesse obstáculos à sua migração. Contudo nas areias, arenitos e cascalheiras do Sado e Tejo extinguem-se (Neto *et al.* 2007). Devemos notar que o movimento das plantas em função das alterações climáticas é apenas teórico pois na prática a fragmentação do território poderá impedir esses movimentos e aí a gestão antrópica poderá ser fundamental.

Ainda nas áreas de areias, de elevadíssima sensibilidade face às alterações climáticas, têm desaparecido nas últimas décadas (ou centenas de anos) as raríssimas áreas de solos turfosos (turfeiras sublitorais) como vegetação reliquial, por descida e eutrofização do nível freático, como consequência da interação entre diversos fatores entre os quais estão as mudanças de ocupação e uso do solo, e os períodos de seca (principalmente estivais). Deve referir-se que a manutenção destes ecossistemas está dependente de uma manutenção quase constante de água no solo durante todo o ano, proveniente dos lençóis freáticos que se constituem na base das dunas.

Da mesma forma apresentam elevada sensibilidade às secas, porque constituem formações reliquiaes que existem no limite superior da sua resistência a secas prolongadas e diminuição da água disponível do solo, as já atualmente raríssimas manchas de matos acidófilos, de ótimo temperado (habitat 2150 Dunas fixas descalcificadas atlânticas (*Calluno-Ulicetea*)* habitat de proteção prioritário (ALFA 2004). Por último, são também de elevada sensibilidade às alterações

climáticas os zimbrais de *Juniperus navicularis*, particularmente sensíveis a uma descida do nível freático subsuperficial.

Deve acrescentar-se que as explorações agrícolas em áreas arenosas aumentam a eutrofização das águas, a qual é incompatível com o carácter oligotrófico das comunidades vegetais e flora referidas (ALFA 2004).

Tabela 8. Síntese de sensibilidade dos valores biológicos mais importantes presentes no concelho

Valores biológicos mais importantes	Sensibilidade	Localização fundamental
Sobrais	Elevada	Áreas acidófilas de areias, arenitos e cascalheiras
Cercais (<i>Q. brotero</i>) e carrascais arbóreos de <i>Q. rivas-martinezzi</i>)	Muito elevada	Serra da Arrábida
Carrascais basófilos	Elevada	Serra da Arrábida
Matos acidófilos reliquiais sobre areias	Muito elevada	Sobretudo na zona leste do concelho
Matos baixos calcários	baixa	Serra da Arrábida
Turfeiras sub-litorais	Muito elevada	Sobretudo na zona leste do concelho areias, arenitos e cascalheiras.
Matagais arborescentes de <i>Juniperus spp.</i> (zimbros)	Moderada	Vertentes meridionais da Arrábida

Tabela 9. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'biodiversidade e paisagem'

Sector	Biodiversidade e paisagem					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> 27 % do concelho é ocupado pelo SIC Estuário do Sado pela ZPE Estuário do Sado (20% do concelho), pelo SIC Arrábida Espichel (30 % do concelho) e pela RNES Sobrais e montados de sobreiro Turfeiras sub-litorais reliquiais associadas a depressões em áreas dunares com água superficial todo o ano Matos acidófilos da <i>Calluno-Ulicetea</i> (urzais tojais) reliquiais sobre areias podzolizadas com nível de surraipa Sapais, lodaçais e areais a descoberto durante a maré baixa 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa		⊙ ◆				
B. Redução da precipitação				⊙	◆	
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			⊙ ◆			
D. Secas				⊙	◆	

Sector	Biodiversidade e paisagem					
	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Riscos climáticos						
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor				○ ◆		
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar				○	◆	
H. Temperaturas baixas/ondas de frio		○ ◆				
I. Gelo/geada/neve		○ ◆				
J. Granizo		○ ◆				
K. Ventos fortes			○ ◆			
L. Tempestades/tornados/trovoadas			○ ◆			

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
 ◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.3. Economia

A sensibilidade climática das atividades industriais resulta essencialmente dos impactes da ocorrência de eventos climáticos extremos sobre edifícios, infraestruturas e outros ativos económicos. Em Setúbal, a indústria apresentava, em 2016, uma importância acrescida no contexto da Área Metropolitana de Lisboa, principalmente na riqueza gerada (3,7% das empresas, 5,2% do pessoal ao serviço, 7,7% do volume de negócios e 9,1% do VAB do total).

As unidades deste subsector estão situadas principalmente em seis áreas de localização industrial, duas das quais na zona portuária: a ZI de Mitrena, a ZI SAPEC, a ZI de São Simão, a ZI Pontes-Gâmbia-Alto da Guerra, a ZI da Varzinha e o IMA Park – Parque Industrial e de Comércio. Para além destas áreas, existem ainda alguns espaços constituídos por várias parcelas autónomas, com menor expressão, ocupados predominantemente por unidades industriais de pequena e média dimensão. Releve-se, contudo, a existência de parcelas ocupadas apenas por uma unidade industrial, em alguns casos de maior dimensão que algumas áreas de localização industrial, como são os exemplos da Fábrica de Cimento da SECIL, na Serra da Arrábida, a Fábrica da Ariston e a Portucel, estas duas últimas na zona portuária.

Estas áreas não são especialmente sensíveis a estímulos climáticos relevantes. A zona de exploração da Fábrica de Cimento da SECIL encontra-se na proximidade da mancha florestal da Arrábida, apresentando, por essa razão, sensibilidade a incêndios. Tem igualmente uma arribagem em risco. Algumas parcelas autónomas (classificadas como espaços de atividades industriais), na proximidade da ZI da Varzinha, estão parcialmente localizadas numa área com sensibilidade a cheias rápidas, que podem resultar de episódios de precipitação intensa num curto período de tempo.

A localização das atividades comerciais e de serviços em meio urbano e de zonas comerciais e de espaços empresariais em áreas sensíveis aos riscos climáticos (designadamente inundações e cheias rápidas) constituem as situações mais problemáticas associadas às alterações climáticas no subsetor do comércio e serviços, sendo por isso uma vulnerabilidade comum às diversas centralidades terciárias existentes na Área Metropolitana de Lisboa.

Em Setúbal, as atividades de comércio e serviços são importantes para a estrutura económica concelhia, ainda que tenham uma reduzida expressão ao nível da Área Metropolitana de Lisboa (3,4% das empresas, 2,2% do pessoal ao serviço, 3,4% do volume de negócios e 2,1% do VAB do total metropolitano, em 2016). A localização de atividades de comércio, designadamente nos pisos térreos de edifícios com diferentes utilizações – sobretudo habitação – e de atividades de serviços ocorre sobretudo no centro de Setúbal e também em algumas aglomerações urbanas, como Azeitão, Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra. Paralelamente, localizam-se em Setúbal importantes atividades de logística e atividade portuária (Cais da Lisnave, Cais da Setenave, Cais da Socel, Cais de Mangué, Porto de Setúbal e Terminal Eurominas e Terminal Portuário SAPEC), vários espaços constituídos por parcelas autónomas, ocupados predominantemente por atividades comerciais de pequena e média dimensão, uma área de localização empresarial (Parque Empresarial Sodiapark) e uma unidade comercial de média dimensão, o Alegro Setúbal.

Com a exceção de algumas atividades de comércio e de serviços localizadas em pisos térreos entre a Avenida Jaime Rebelo, a Sul e o Bairro das Amoreiras, a Norte (centro de Setúbal), configurando alguma sensibilidade à potencial ocorrência de cheias rápidas, não são identificados riscos importantes para estas atividades em espaços urbanos. Não são sinalizados estímulos climáticos para o Parque Empresarial Sodiapark. Existem, contudo, algumas áreas de localização económica particularmente sensíveis a riscos climáticos que importa sinalizar. O Cais da Lisnave, o Cais da Setenave e o Porto de Setúbal e Terminal Eurominas encontram-se totalmente inseridos em espaços com sensibilidade a cheias (inundação do Estuário do Sado). O Terminal Portuário SAPEC, o Cais da Socel e o Cais de Mangué estão parcialmente sujeitos ao mesmo risco. Por fim, uma parcela classificada como espaço do terciário, na proximidade da Estrada de Algeruz, apresenta sensibilidade a cheias rápidas.

As implicações das alterações climáticas sobre o turismo são complexas, podendo ser prejudiciais para o subsetor devido aos potenciais impactes para a saúde dos turistas (redução da qualidade do ar, aumento do risco de contágio de doenças infecciosas...), à maior probabilidade de ocorrerem desastres naturais (cheias, incêndios florestais e rurais, ...) ou, ainda, em resultado de eventos extremos climáticos (ondas de calor, furacões ou tempestades), impactantes para a procura.

Setúbal apresenta uma expressão relevante no território metropolitano ao nível da oferta de alojamento e da procura, dispondo de 22 estabelecimentos hoteleiros, com uma capacidade de alojamento de 2.165 camas (2016). Registou, no mesmo ano, 145.349 hóspedes e 273.637 dormidas, num contexto de forte crescimento recente do subsetor na Área Metropolitana de Lisboa (25,3% do total nacional das dormidas nos estabelecimentos de alojamento turístico em 2016). Alguns estabelecimentos hoteleiros do concelho são sensíveis a estímulos climáticos. Quatro unidades (Meliá Setúbal, Residencial Setubalense, Luna Esperança Centro Hotel e Hotel Solaris)

encontram-se localizadas numa zona de risco de cheia rápida, já anteriormente sinalizada, entre a Avenida Jaime Rebelo e o Bairro das Amoreiras. A Quinta do Alcube, na proximidade de Azeitão, tem uma envolvente florestada, apresentando alguma sensibilidade a incêndios. A Casa da Adoa, no Portinho da Arrábida, encontra-se numa área rodeada, a Norte, pela mancha florestal da Arrábida, apresentando sensibilidade a incêndios e na proximidade de uma encosta – sendo sensível a deslizamento e movimento de vertente. Refira-se igualmente que as atividades turísticas no concelho têm maior procura no Verão, pelo que os turistas poderão ser sensíveis a diferentes estímulos climáticos, nomeadamente ao número de dias de verão e dias com temperaturas muito elevadas ou em ondas de calor que, na Área Metropolitana de Lisboa, registam maior intensidade no território a Sul do Tejo.

No contexto do turismo, afigura-se imprescindível incorporar também na análise da sensibilidade climática as dimensões relacionadas com o património histórico e cultural. As alterações climáticas poderão resultar em impactes físicos diretos sobre o património edificado, os equipamentos culturais – como teatros e museus –, e as paisagens culturais. Estes impactes negativos poderão ser o resultado tanto da ocorrência de eventos extremos e repentinos, como precipitação excessiva, tempestades ou vento forte, como de situações que decorrem das mudanças climáticas graduais, menos evidentes, provocando alterações na amplitude dos ciclos de humidade ou da temperatura, por exemplo, com reflexos no património histórico e cultural, designadamente o edificado.

Do património histórico-cultural de Setúbal, destacam-se oito monumentos nacionais, dezasseis imóveis de interesse público e 10 imóveis de interesse municipal (2016). Do património classificado, a Igreja do antigo Mosteiro de Jesus e claustro e respetiva zona especial de proteção (ZEP) e a Igreja matriz de São Julião (monumentos nacionais), o Edifício do Grande Salão Recreio do Povo, o Chafariz da Praça Teófilo Braga, a Fábrica Romana de Salga e parte do Aqueduto de Setúbal (imóveis de interesse público), a Casa das Quatro Cabeça e o Edifício dos Paços do Concelho de Setúbal (imóveis de interesse municipal), as muralhas, torres, portas, cortinas e baluartes do Centro Histórico de Setúbal (monumentos de interesse municipal) e vários elementos do sistema defensivo de Setúbal, incluindo as fortificações medievais e modernas (em vias de classificação) estão localizados na zona de risco de cheia rápida entre a Avenida Jaime Rebelo e o Bairro das Amoreiras. O Castelo de São Filipe (monumento nacional) e respetiva ZEP encontra-se rodeado por uma mancha florestal, tendo sensibilidade a incêndio e, também, a erosão do solo e a deslizamento e movimento de vertente, no Sul do castelo. Com a exceção do movimento de vertente, a Quinta do Esteval (imóvel de interesse municipal) tem sensibilidade aos mesmos estímulos climáticos. Assinalam-se, ainda, os riscos de incêndio e arriba em risco que incidem sobre a Casa da Quinta da Comenda (em vias de classificação).

A maioria dos equipamentos culturais existentes no concelho relevantes na ótica do turismo não são sensíveis a quaisquer estímulos climáticos. Excecionam-se um pequeno porto de pesca palafítico, em Biscainho e o Moinho de Maré da Mourisca, inseridos em espaços com sensibilidade a cheias (inundação do Estuário do Sado) e vários equipamentos na zona de risco de cheia rápida entre a Avenida Jaime Rebelo e o Bairro das Amoreiras (destacando-se o Museu de Setúbal, o Teatro de Bolso e a Casa da Cultura). O Museu de Oceanográfico Luiz Gonzaga, situado na Fortaleza de

Santa Maria, no Portinho da Arrábida, apresenta sensibilidade a incêndios, pela inserção na mancha florestal da Arrábida, bem como a deslizamento e movimento de vertente e os cruzeiros do Monte Abrão, também na Serra da Arrábida, são sensíveis a incêndios florestais.

Da análise realizada, pode concluir-se que – para a sensibilidade dos principais elementos do sector Economia – as temperaturas elevadas/ondas de calor são o risco climático mais impactante.

Tabela 10. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial ‘economia’

Sector	Economia
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Indústria: zona de exploração da Fábrica de Cimento da SECIL, parcelas autónomas proximidade da ZI da Varzinha • Comércio e serviços: estabelecimentos em pisos térreos entre a Avenida Jaime Rebelo, a Sul e o Bairro das Amoreiras, a Norte (centro de Setúbal), Cais da Lisnave, Cais da Setenave, Porto de Setúbal e Terminal Eurominas, Terminal Portuário SAPEC, Cais da Socel, Cais de Mangue e parcela classificada como espaço do terciário, na proximidade da Estrada de Algeruz • Hotelaria: seis unidades hoteleiras • Património cultural: três monumentos nacionais, cinco imóveis de interesse público, dois imóveis de interesse municipal, cinco monumentos de interesse municipal • Equipamentos culturais: um porto de pesca palafítico, um moinho de maré, dois museus, um teatro e uma casa da cultura)

Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa					○ ◆	
B. Redução da precipitação			○ ◆			
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			○ ◆			
D. Secas			○ ◆			
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor				○		◆
F. Alteração na escala sazonal da temperatura			○ ◆			
G. Nível médio das águas do mar			○	◆		
H. Temperaturas baixas/ondas de frio		○ ◆				
I. Gelo/geada/neve		○ ◆				
J. Granizo		○ ◆				
K. Ventos fortes			○	◆		
L. Tempestades/tornados/trovoadas			○ ◆			

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
 ◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.4. Energia e segurança energética

A avaliação da sensibilidade do setor da Energia e Segurança Energética aos estímulos climáticos baseia-se na análise dos registos históricos de eventos climáticos e o seu impacte no setor da energia, para identificar o grau em que este setor foi afetado por estímulos relacionados com o clima.

Os estímulos climáticos, em princípio, afetam a procura de energia, nomeadamente para arrefecimento dos edifícios nos períodos de onda de calor, bem como os combustíveis para suprimir necessidades de aquecimento em períodos de vagas de frio, nomeadamente nos edifícios com menor qualidade térmica, bem como podem afetar a eficiência de alguns processos industriais.

Uma análise dos registos históricos dos consumos de energia do município no período 2000-2016 revela um crescimento acentuado desse consumo e uma correlação forte do consumo anual do setor doméstico com o número de residentes e uma correlação fraca e sem significado estatístico (nível de confiança de 5%) para a variação desse consumo com a temperatura média anual e com o poder de compra *per capita*. O consumo de energia elétrica é dominado pelo setor indústria. Estes resultados evidenciam que no passado a correlação dos consumos de energia elétrica do setor doméstico com a temperatura ambiente é reduzido. No entanto, o município tem cerca de 66% do parque habitacional com fraca qualidade térmica (média metropolitana de 70%), 15% dos alojamentos têm ar condicionado (média metropolitana de 12%) e 26% (média metropolitana de 26%) da população é mais sensível aos efeitos do clima (menos de 4 anos ou mais de 65 anos).

O consumo de energia do setor doméstico por residente (117.380 residentes) é de 1.121 kWh/residente (10% do total) e próximo da média metropolitana de 1.116 kWh/residente. O consumo de energia dos restantes setores por volume de negócios das empresas é cerca de 404% da média metropolitana, portanto, significativamente menos eficiente.

A água distribuída por residente no município sofreu uma redução ao longo do tempo, apresentando uma correlação fraca e sem significado estatístico (para nível de significância de 5%) com a precipitação, não se identificando um impacte energético relevante do clima recente neste subsector. A água distribuída por residente no município é atualmente inferior à média metropolitana.

Foram identificadas infraestruturas de produção energética situadas no município, com uma potência instalada de fontes de energia renovável de 78,7MW correspondente a 0,670 kW/residente (média da Área Metropolitana de Lisboa de 0,132 kW/residente). A capacidade de ER instalada está longe de equilibrar as suas necessidades de energia, havendo o potencial de melhorar a autossuficiência e sustentabilidade pelo incentivo à microprodução, por exemplo, com sistemas fotovoltaicos, eólicos ou aproveitamento de biomassa.

A avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos no setor da Energia e Segurança Energética, baseou-se no cruzamento das infraestruturas energéticas com os riscos de tempestades e vento forte, cheias, inundações e deslizamentos.

A identificação de riscos climáticos e o seu eventual impacte nas infraestruturas energéticas pressupõe a georreferenciação dos vários elementos a considerar: linhas de transporte de energia, subestações (SE), rede de gás, armazenagem de combustíveis, centrais de cogeração, parques

eólicos, e centrais fotovoltaicas. Não foi possível obter a totalidade da informação georreferenciada referente a estes elementos².

O Concelho de Setúbal dispõe de cinco SE³. É atravessado por linhas de muito alta tensão (LMTA - 220 KV) e de alta tensão (AT - 60 kV. No município encontram-se instaladas uma Central Solar fotovoltaica (CS) – Portucel (2,2 MW), uma Central de cogeração (Cg) – Portucel (64 MW) e uma central de Biomassa (CBm) – Central Termoelétrica (12,5 MW), numa potencia total instalada de 78,7 MW, correspondendo a 21% do total metropolitano- No município, encontra-se localizado na Mitrena o armazenamento de combustíveis.

Do cruzamento das infraestruturas energéticas do município com os riscos climáticos da Área Metropolitana de Lisboa, identificam-se as seguintes sensibilidades setoriais:

- Tempestades de vento forte – As SE de S. Sebastião e do Sado, as centrais de produção de energia elétrica, a armazenagem de combustíveis e as LMAT e AT;
- Cheia – A SE de S. Sebastião, as centrais de produção de energia elétrica e a armazenagem de combustíveis.

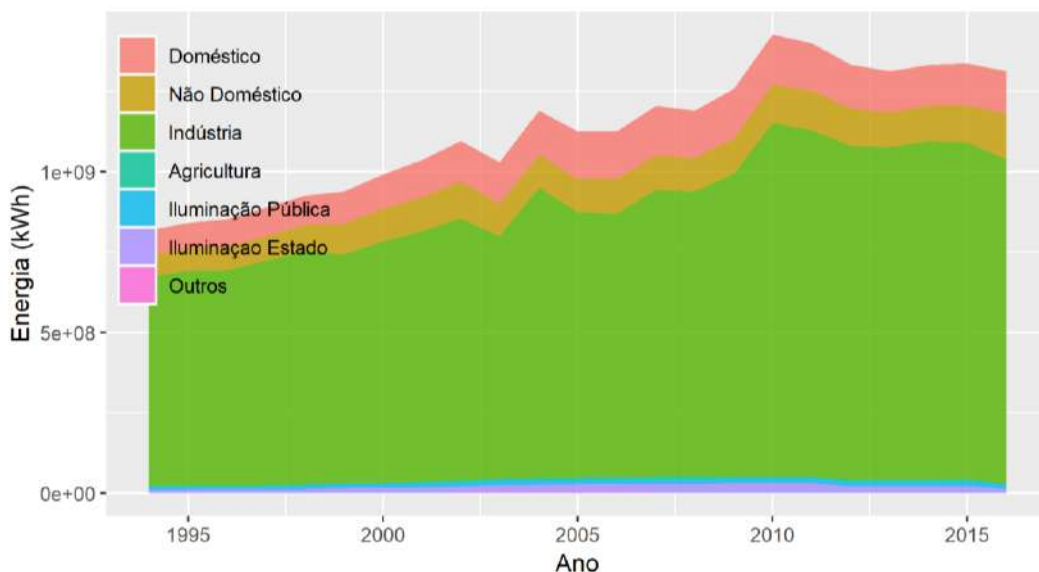


Figura 8. Evolução do consumo de energia elétrica - Setúbal (1994-2016)

Fonte: DGEG, elaboração LNEC (2018)

² O cruzamento de informação dispersa (como, por exemplo, cartas da “EDP Distribuição – Qualidade da Energia”, documentação de avaliação de AIA, sites específicos como www.thewindpower.net ou www.geoapps.dgeg.pt/sigdgeg) com imagens GoogleEarth permitiu georreferenciar a maior parte dos elementos de interesse. A informação disponibilizada pelos Municípios, quando existente, refere apenas as linhas de média tensão e redes locais de abastecimento de gás.

³ uma da REN – Setúbal e quatro da EDP – S. Sebastião (1512S5030700), Brasil (1512S5032400), Terroa (1512S5031900) e Sado (11510S5031200)

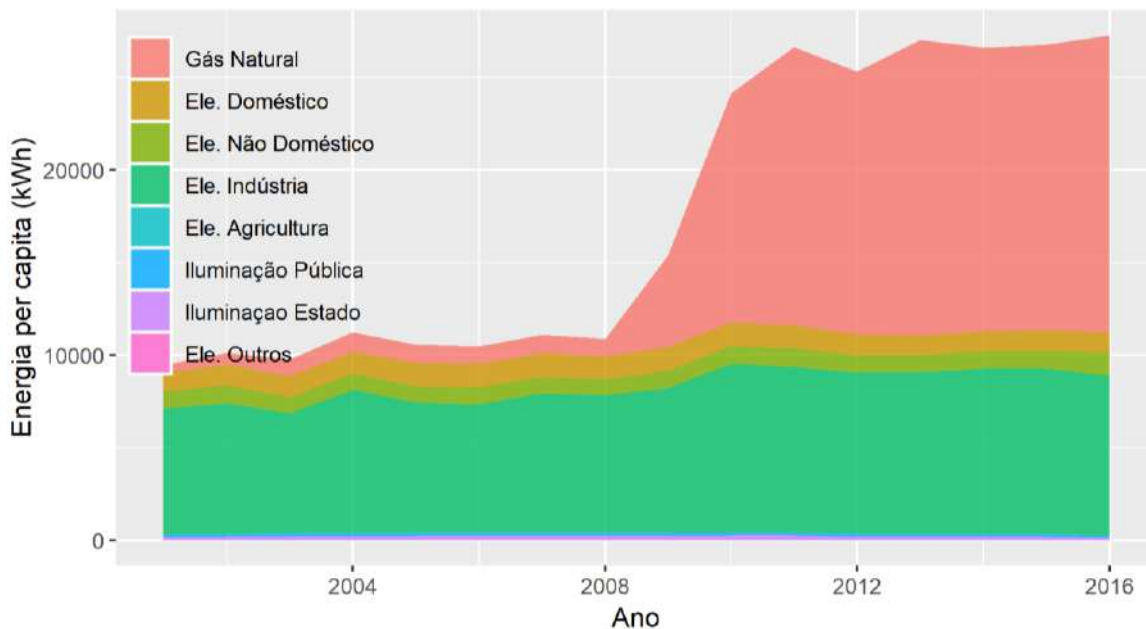


Figura 9. Evolução do consumo de energia per capita - Setúbal (2001-2016)

Fonte: DGEG, elaboração LNEC (2018)

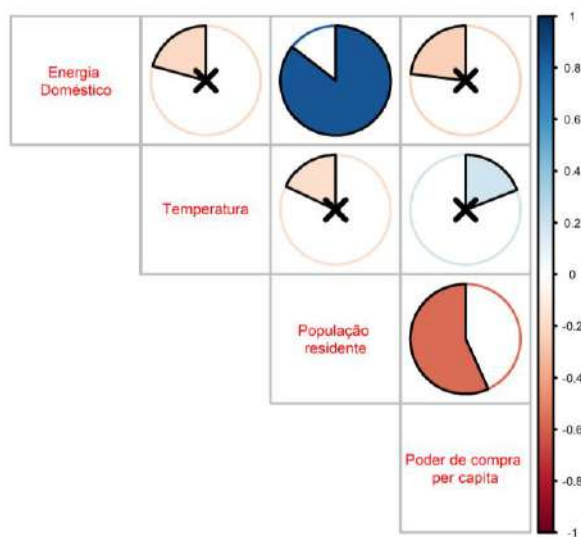


Figura 10. Sensibilidade do consumo de energia elétrica do setor doméstico a fatores climáticos e socioeconómicos (2000-2016) - Setúbal

Fonte: Dados INE/DGEG, produção LNEC

Tabela 11. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'energia e segurança energética'

Sector	Energia e segurança energética					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> 66% do parque habitacional com fraca qualidade térmica 15% dos alojamentos com ar condicionado Infraestruturas sensíveis: Subestação de S. Sebastião e sado; Centrais de produção energética; Armazenagem de combustíveis e linhas de MAT e AT 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexis- tente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa			◆			○
B. Redução da precipitação			○ ◆			
C. Alteração na escala sazonal da precipitação		○ ◆				
D. Secas			○ ◆			
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor				○	◆	
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar		○				◆
H. Temperaturas baixas/ondas de frio			○ ◆			
I. Gelo/geada/neve		○ ◆				
J. Granizo		○ ◆				
K. Ventos fortes			○	◆		
L. Tempestades/tornados/trovoadas			○	◆		

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML

◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.5. Recursos hídricos

O sector dos recursos hídricos tem características específicas, visto não ser uma atividade socioeconómica *per si*, mas antes um recurso que sustenta as diversas atividades antrópicas e ecossistemas dependentes. A análise de sensibilidade a estímulos climáticos baseia-se na análise da disponibilidade deste recurso em termos quantitativos e qualitativos para satisfação dos usos atuais e futuros, existindo uma relação intrínseca entre as condições climáticas e meteorológicas e as disponibilidades hídricas. Estando subjacente ao conceito de “recurso” uma utilização para fins humanos, é por vezes difícil distinguir entre os impactes de origem climática e antrópica.

Como recurso, os principais riscos climáticos estão associados à precipitação e à temperatura, mas a sensibilidade aos estímulos climáticos varia com as características hidromorfológicas das massas de água superficiais ou subterrâneas, que correspondem a realidades distintas.

As bacias hidrográficas do concelho são de pequena expressão territorial. A sua reduzida dimensão e as características climáticas da região determinam fluxos hídricos superficiais com linhas de água intermitentes ou mesmo efémeras, que reagem rapidamente a fenómenos extremos de precipitação (elevada sensibilidade). O carácter intermitente dos pequenos cursos de água superficiais e o reduzido volume do escoamento gerado por água precipitada na maioria dessas bacias inviabiliza economicamente a toma de água direta nos cursos de água com carácter regular bem como o seu represamento em albufeiras. A ausência de albufeiras com capacidade de regularização também não permite atuar sobre a modificação do regime em caso de atenuação do impacto de fenómenos extremos, principalmente na laminação de cheias, às quais o concelho é bastante suscetível, principalmente na ribeira do Livramento, devido aos fortes declives e às cabeceiras colocadas na serra da Arrábida.

A zona sul do território metropolitano, onde se localiza este município, dispõe de importantes reservas de *recursos hídricos subterrâneos*, associadas a um dos aquíferos mais importantes de Portugal, o aquífero Tejo/Sado – Margem Esquerda.

Com escassos recursos hídricos superficiais, os recursos subterrâneos assumem primordial relevância na região, assegurando a totalidade do abastecimento doméstico da região e sustentando ainda a maioria dos usos agrícolas e industriais.

Os aquíferos de grande dimensão são considerados pouco sensíveis a eventos climáticos extremos de seca, mas são afetados de forma significativa pelas alterações das médias dos parâmetros climáticos de precipitação e temperatura (cf. Novo *et al.*, 2018). Ou seja, atendendo à sua elevada dimensão, só uma tendência prolongada (30 anos ou mais) de redução da precipitação média poderá afetar a disponibilidade global dos aquíferos e conduzir a um rebaixamento do nível piezométrico (5 a 10 metros para as condições atuais de exploração dos aquíferos). A temperatura afeta a evaporação e evapotranspiração e assim os processos relacionados com as recargas hídricas, mas apenas uma tendência prolongada de alteração da **temperatura** terá expressão para o aquífero.

Do ponto de vista do utilizador que recorra à camada superficial do aquífero, uma seca prolongada pode ter relevância. Um pequeno rebaixamento do nível piezométrico de um grande aquífero em períodos de seca (inferior a 5 metros) pode não ser significativo em termos das suas disponibilidades hídricas interanuais, mas pode ter impacto na redução ou mesmo secagem de alguns pouco profundos. As disponibilidades poderão existir em abundância, em termos globais, mas o rebaixamento do nível piezométrico poderá inviabilizar temporariamente as captações da zona mais superficial do aquífero. No geral estes impactes são temporários, recuperando os aquíferos de forma mais ou menos rápida, consoante a intensidade da precipitação após a seca e o nível de exploração local.

Assim, considera-se que o aquífero Tejo/Sado - Margem Esquerda apresenta baixa sensibilidade às secas e à variação na escala sazonal da precipitação e sensibilidade média à redução da precipitação a longo prazo. Atendendo à evolução prevista para a tendência de precipitação média, prevê-se uma pequena redução total das disponibilidades hídricas subterrâneas. Há, contudo, uma dimensão vertical desta sensibilidade que deve ser tomada em consideração. Assim, o aquífero superficial será mais sensível à seca (baixo a moderado) ao passo que o aquífero profundo, onde ocorre a maioria das captações, apresenta baixa a muito baixa sensibilidade. Admite-se, contudo, que nas formações carbonatadas da Arrábida (captadas mais superficialmente para o pequeno abastecimento local), esta sensibilidade possa ser moderada.

A sensibilidade à subida do nível médio do mar é traduzida pelo avanço da intrusão salina nas zonas costeiras do aquífero. Apenas a região litoral é medianamente sensível à subida do nível médio do mar e intrusão salina consequente, podendo tornar-se média a elevada no futuro, nas áreas em que o atual risco de inundação estuarina é expressivo, o que corresponde a uma área significativa do sector leste do concelho, nas freguesias que confinam com o estuário do Sado.

As inundações estuarinas não causam intrusão salina, por serem fenómenos de curta duração temporal e, portanto, sem impactes permanentes no aquífero. No entanto estas zonas assinalam áreas com potencial para futuramente serem afetadas por esta intrusão devido à subida média no nível do mar. O mesmo se passa com os galgamentos costeiros e erosão do litoral de areia. A freguesia de Azeitão (São Lourenço e São Simão), com uma sensibilidade elevada à erosão do litoral, pode indiciar uma sensibilidade futura média à subida do nível do mar e intrusão salina.

Deve ainda sublinhar-se que a sensibilidade a estes riscos tem de ser vista ao nível do aquífero também numa dimensão vertical. Os níveis produtivos mais superficiais são mais sensíveis ao passo que os níveis produtivos profundos serão pouco sensíveis à subida do nível do mar e processos associados que contribuam para o avanço da intrusão salina.

A sobre-exploração agrava a intrusão salina, em particular na zona de Setúbal, Praias do Sado, Mitrena e eventualmente Cachofarra a qual tem sido expressa pela salinização de captações. A sobre-exploração permite o afluxo de água de pior qualidade para a zona do aquífero onde se concentram as captações, afluxo esse proveniente de outros níveis aquíferos sobre ou subjacentes ao do nível aquífero captado. Como exemplo deste processo tem-se a Mitrena onde a salinização do aquífero profundo se deve a infiltrações do aquífero superficial (Barreiras, 2009; Simões, 1998; Mendonça e Silva, 2003). Outra área a ter em atenção é a zona da Secil pois as captações subterrâneas aí existentes poderão configurar situações de sobre-exploração, potenciando a intrusão salina, dada a sua relativa proximidade ao litoral.

As captações para abastecimento doméstico situam-se no interior do concelho (cf. plataforma PMAAC), pelo que não são sensíveis à intrusão salina e atual ou futura por subida do nível do mar.

Os restantes riscos climáticos analisados não afetam as disponibilidades hídricas superficiais nem subterrâneas. A sensibilidade climática dos recursos hídricos pode ser agravada por uma utilização antrópica indevida, quer pelo excesso de usos consumptivos quer pela rejeição de poluentes de diversas origens. A gestão dos recursos hídricos poderá ser tão ou mais determinante que as

alterações climáticas, quer para as disponibilidades quantitativas quer para a qualidade dos recursos.

A sensibilidade climática resumida na tabela seguinte resulta da análise conjunta dos sistemas hídricos relevantes para o município como recurso. Neste município apenas os recursos subterrâneos são relevantes.

Tabela 12. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'recursos hídricos'

Sector	Recursos hídricos					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> Recursos hídricos subterrâneos: aquífero superficial; zona estuarina (intrusão salina) 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa		○ ◆				
B. Redução da precipitação		○		◆		
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			○ ◆			
D. Secas			○ ◆			
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor		○ ◆				
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar		○	◆			
H. Temperaturas baixas/ondas de frio	○ ◆					
I. Gelo/geada/neve	○ ◆					
J. Granizo	○ ◆					
K. Ventos fortes	○ ◆					
L. Tempestades/tornados/trovoadas	○ ◆					

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
 ◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.6. Saúde humana

O impacte das alterações climáticas no sector da saúde pode fazer-se sentir a diferentes níveis, nomeadamente através dos efeitos diretos, indiretos e sociais. Os impactes diretos são os que são resultantes da exposição aos elementos meteorológicos que afetam diretamente a saúde humana. Não obstante a importância dos impactes indiretos e sociais, considera-se que a saúde

humana é particularmente sensível aos impactos diretos de fenómenos meteorológicos extremos, nomeadamente os efeitos na mortalidade e morbilidade associados às ondas de calor e de frio.

Reforça-se que os outros riscos climáticos identificados (precipitação intensa; redução da precipitação; alteração na escala sazonal da precipitação; secas; alteração na escala sazonal da temperatura; nível médio das águas do mar; gelo/geada/neve; granizo; ventos fortes e tempestades/tornados/trovoadas) poderão também apresentar um impacto negativo para a saúde humana. No entanto, considera-se que este impacto se traduzirá por um efeito menos significativo que os eventos térmicos extremos e que, em alguns casos, já se encontram referenciados por outros setores, como por exemplo, pelo setor da segurança de pessoas e bens.

A sensibilidade para os riscos de extremos meteorológicos (associados ao calor e ao frio excessivo) é maior na população idosa, que resida sozinha ou isolada, com comorbilidades e/ou com algum tipo de incapacidade.

O território de Setúbal enquadra-se em duas unidades climáticas de resposta homogénea (URCH): Vales do Tejo e do Sado (VTS) e Península de Setúbal (PS). Para estas URCH, o estudo de contextualização climática permitiu identificar, para o período 1971 a 2016, uma tendência positiva no aumento do número de eventos extremos de calor (+0,6 ondas de calor/ano na VTS e +0,7 na PS), como também no número de dias médios de cada um destes eventos (+3,13 dias/ano na VTS e +3,73 dias/ano na PS).

Os principais impactos das ondas de calor fazem-se sentir no aumento da morbilidade e mortalidade, em especial nos segmentos da população mais vulneráveis. Desse modo, importa analisar o índice de dependência de idosos, no sentido de expressar a potencial sensibilidade climática da população na Área Metropolitana de Lisboa para este tipo de evento extremo.

Em Setúbal, o índice de dependência de idosos apresentava em 2017 o valor de 30,4% - valor muito semelhante aos registados no mesmo ano para o Continente e para o território metropolitano (33,5% e 34,2%, respetivamente). A variação deste indicador entre 2001 e 2017 permite identificar uma tendência de alteração da estrutura da pirâmide etária, que se caracteriza por um envelhecimento da população, o qual poderá traduzir-se num eventual aumento da sensibilidade ao calor extremo. O agravamento do índice de dependência de idosos foi identificado em todas as regiões analisadas, sendo, no entanto, mais acentuado em Setúbal do que no território metropolitano e no Continente. Em Setúbal para o período 2001/2017 a variação foi de + 57,4% e no território metropolitano +52,7%.

Em 2011, 9,9% da população residente em Setúbal era constituída por famílias unipessoais de indivíduos com idades superiores a 65 anos. Este indicador era relativamente mais baixo em Setúbal do que no Continente e no território metropolitano onde a proporção de população idosa a residir sozinha registou 10,2% e 10,3%, respetivamente.

A proporção da população residente que apresentava pelo menos uma dificuldade em 2011 era maior em Setúbal (16,7%) do que no território metropolitano, no entanto inferior ao valor registado em Portugal Continental. O Continente registava 17,1% da população e o território metropolitano registava 15,3%.

Tabela 13. Indicadores de sensibilidade

Indicadores de sensibilidade	Unidade	Continente	AML	Setúbal
Índice de dependência idosos (2001)	Rácio - %	24,6	22,4	21,6
Índice de dependência idosos (2011)	Rácio - %	29,0	28,5	27,2
Índice de dependência idosos (2017)	Rácio - %	33,5	34,2	34,0
Varição do índice de dependência de idosos (01/17)	Rácio - %	36,2	52,7	57,4
Proporção de famílias clássicas unipessoais (>65 anos)	Rácio - %	10,2	10,3	9,9
Proporção pop. residente com pelo menos uma dificuldade	Rácio - %	17,1	15,3	16,7

Tabela 14. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'saúde humana'

Sector	Saúde humana					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> Índice de dependência idosos (2017) de 34,0 (AML=34,2) Proporção de famílias clássicas unipessoais (>65 anos) de 9,9% (AML=10,3%) Proporção pop. residente com pelo menos uma dificuldade de 16,7% (AML=15,3%) 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa	○ ◆					
B. Redução da precipitação	○ ◆					
C. Alteração na escala sazonal da precipitação		○ ◆				
D. Secas	○ ◆					
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor				○ ◆		
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar						
H. Temperaturas baixas/ondas de frio					○ ◆	
I. Gelo/geada/neve	○ ◆					
J. Granizo	○ ◆					
K. Ventos fortes	○ ◆					
L. Tempestades/tornados/trovoadas	○ ◆					

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML

◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.7. Segurança de pessoas e bens

A análise da sensibilidade a estímulos climáticos permitiu avaliar o número de pessoas, edifícios e alojamentos localizados em áreas suscetíveis a incêndios rurais, cheias rápidas, cheias progressivas, movimentos de massa em vertentes e erosão do litoral rochoso. As inundações costeiras e erosão do litoral arenoso não têm expressão no município de Setúbal, tendo como referência a realidade da Área Metropolitana de Lisboa.

As cheias rápidas constituem o processo mais perigoso no município, afetando uma população estimada em 14.477 pessoas, 1.746 edifícios e 8.674 alojamentos, essencialmente na cidade de Setúbal, ao longo do fundo do vale da Ribeira do Livramento, mas também em Azeitão, nos fundos de vale de um conjunto de linhas de água afluentes da margem direita da Vala Real. As cheias rápidas afetam todas as freguesias do município, com a exceção do Sado, atingindo a sua maior expressão em Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça), onde mais de 12.500 pessoas e mais de 1.400 edifícios se localizam em áreas sensíveis. A freguesia de Setúbal (São Sebastião) surge numa posição secundária, com mais de 1.400 pessoas e 171 edifícios sensíveis a cheias rápidas.

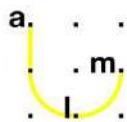
Os movimentos de massa em vertentes afetam uma população estimada em 38 pessoas e 56 edifícios, tendo expressão apenas em duas freguesias: Azeitão (São Lourenço e São Simão) e Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça).

Os incêndios rurais constituem uma ameaça séria no município de Setúbal, essencialmente na área correspondente ao Parque Natural da Arrábida. A sensibilidade aos incêndios tem expressão em 2 freguesias do município: Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça), e Azeitão (São Lourenço e São Simão) e colocam diretamente em risco uma população estimada em 142 pessoas e 133 edifícios.

A sensibilidade às cheias progressivas é residual e tem expressão somente na UF Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra, onde se estimam 4 pessoas e 2 edifícios afetados.

A freguesia de Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça) é a única que tem áreas sensíveis a erosão de litoral rochoso, com potencial recuo das arribas e a freguesia do Sado não apresenta sensibilidade aos estímulos climáticos considerados. No entanto, este último dado tem de ser analisado com muita prudência, uma vez que a análise da sensibilidade a estímulos climáticos com impacto na segurança de pessoas e bens apenas teve em consideração a distribuição dos edifícios com função residencial. Como é sabido, existe um conjunto de equipamentos industriais na freguesia do Sado que manuseiam e/ou armazenam substâncias perigosas, que podem gerar acidentes graves e efeitos em dominó que não devem ser descurados em cenário de alterações climáticas e, em articular, no contexto da subida do nível do mar.

O Município de Setúbal apresenta alguns equipamentos sensíveis em situação de exposição aos perigos considerados, com destaque para as cheias rápidas no leito de inundação da ribeira do Livramento. Foram identificados 36 equipamentos nessa situação, que incluem 30 equipamentos de apoio social, 3 equipamento de administração, 2 equipamentos de ensino e 1 equipamento de



saúde. Existe um equipamento de apoio social adicional que se encontra exposto ao risco de incêndio rural.

O risco climático em Setúbal é muito semelhante ao do contexto metropolitano, com a exceção dos ventos fortes, que se caracterizam por um risco alto. Igualmente em risco alto encontram-se a subida do nível médio das águas do mar, as precipitações intensas e as temperaturas elevadas/ondas de calor. O risco é médio no caso das tempestades/tornados/trovoadas. Os restantes riscos climáticos considerados têm uma relevância pouco significativa no sector da Segurança de Pessoas e Bens no município.

Tabela 15. Sensibilidade a estímulos climáticos por freguesia do município de Setúbal, para a população (Pop.), Edifícios (Edif.) e Alojamentos (Aloj.)

Freguesia	Sensibilidade a incêndios rurais			Sensibilidade a cheias rápidas			Sensibilidade a cheias progressivas			Sensibilidade a movimentos de massa em vertente			Sensibilidade a inundações costeiras e erosão de litoral			Sensibilidade a erosão de litoral rochoso (arribas)		
	Pop.	Edif.	Aloj.	Pop.	Edif.	Aloj.	Pop.	Edif.	Aloj.	Pop.	Edif.	Aloj.	Pop.	Edif.	Aloj.	Pop.	Edif.	Aloj.
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0	0	0	4	2	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setúbal (São Sebastião)	0	0	0	1466	171	811	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UF Azeitão (1)	76	85	88	424	157	192	0	0	0	13	40	44	0	0	0	0	6	9
UF Setúbal (2)	66	48	50	12583	1416	7669	0	0	0	25	16	17	0	0	0	2	2	2

(1). UF Azeitão (São Lourenço e São Simão); (2) UF Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)

Tabela 16. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'segurança de pessoas e bens'

Sector	Segurança de pessoas e bens
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Cerca de 14.500 pessoas, 1.750 edifícios e 8.674 alojamentos localizados em áreas sensíveis a cheias rápidas • 142 pessoas, 133 edifícios e 138 alojamentos expostos à ocorrência de incêndios florestais/rurais • 38 pessoas, 56 edifícios e 61 alojamentos em áreas sensíveis a movimentos de massa em vertente • 4 pessoas e 2 edifícios expostos a cheias progressivas • 2 pessoas e 8 edifícios expostos a erosão de litoral rochoso (arribas) • 30 equipamentos de apoio social, 3 equipamento de administração, 2 equipamentos de ensino e 1 equipamento de saúde localizados em áreas sensíveis a cheias rápidas

Sector	Segurança de pessoas e bens					
	<ul style="list-style-type: none"> 1 equipamento de apoio social exposto a incêndios florestais 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexis- tente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa			○ ◆		○ ◆	
B. Redução da precipitação			○ ◆			
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			○ ◆			
D. Secas			○ ◆			
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor					○ ◆	
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar					○ ◆	
H. Temperaturas baixas/ondas de frio			○ ◆			
I. Gelo/geada/neve			○ ◆			
J. Granizo			○ ◆			
K. Ventos fortes				○	◆	
L. Tempestades/tornados/trovoadas				○ ◆		

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.8. Transportes e comunicações

No que diz respeito aos riscos identificados para Setúbal, importa salientar que o concelho possui três tipos de risco de cheias: as cheias rápidas, as cheias progressivas e as cheias relacionadas com o estuário do Sado. Relativamente às inundações do estuário do Sado, as mesmas ocupam toda a frente ribeirinha do concelho de Setúbal, mas não colocam em risco a parte terrestre do mesmo, embora apresentem vulnerabilidade a este risco. Importa salientar que o cais de ligação entre Setúbal e Tróia está em zona de risco a este tipo de cheias. As cheias progressivas estas ocupam a zona a nordeste do concelho, mas sem apresentar impactes para a rede viária, uma vez que a área inundada está ligada a campos agrícolas, tal como se passa nas zonas de inundação do estuário do Sado em zonas mais interiores do concelho. Quanto a cheias rápidas, na zona noroeste do concelho, mais propriamente no Vale Floreto, existem estradas da rede viária comprometidas, refira-se ainda que, na zona central da cidade de Setúbal a mesma apresenta um risco de cheia, o que coloca em risco a rede viária existente, contudo sem comprometer a rede ferroviária. A zona onde existe potencial risco para a rede ferroviária situa-se na zona das praias do Sado (antes da estação), mas a existência de pontes leva a que a exposição ao risco seja menor.

As rodovias em risco de cheia rápida são: Avenida Jaime Rebelo, Avenida Luísa Todi, Rua 1º de Maio, Avenida 22 de Dezembro, assim como todas as vias entre a Rua José Pereira Martins (a Oeste) e a Avenida Manuel Maria Portela (a Este), e a Via Rápida Brancenes-Cascalheira (a norte) e a Avenida Jaime Rebelo (a sul).

De ressaltar que ao nível dos eixos viários estruturantes de Setúbal a A12 não se encontra comprometida.

Ao nível dos riscos relacionados com o litoral, não têm grande impacte na rede rodoviária. Apenas uma nota para o troço da N10-4 junto à praia de Albarquel.

Ao nível da erosão do solo existe uma predominância bastante forte na serra da Arrábida, o que faz com que naquela zona todas as vias de acesso existentes estejam vulneráveis a este risco. Ao nível do risco dos incêndios à semelhança da erosão dos solos, existe uma forte predominância na zona da serra da Arrábida.

Tabela 17. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial 'transportes e comunicações'

Sector	Transportes e comunicações					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> Cheias rápidas: As rodovias em risco de cheia rápida são: Avenida Jaime Rebelo, Avenida Luísa Todi, Rua 1º de Maio, Avenida 22 de Dezembro, assim como todas as vias entre a Rua José Pereira Martins (a Oeste) e a Avenida Manuel Maria Portela (a Este), e a Via Rápida Brancenes- Cascalheira (a norte) e a Avenida Jaime Rebelo (a sul) Cheias estuarinas: ocupam toda a frente ribeirinha do concelho de Setúbal Erosão do litoral: apenas uma nota para o troço da N10-4 junto à praia de Albarquel Risco acentuado de incêndio no parque natural da serra da Arrábida 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa				○		◆
B. Redução da precipitação			○ ◆			
C. Alteração na escala sazonal da precipitação			○ ◆			
D. Secas		○ ◆				
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor				○ ◆		
F. Alteração na escala sazonal da temperatura			○	◆		
G. Nível médio das águas do mar				○		◆
H. Temperaturas baixas/ondas de frio		○ ◆				
I. Gelo/geada/neve		○ ◆				

Sector	Transportes e comunicações					
	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Riscos climáticos						
J. Granizo		○ ◆	○	◆	○	◆
K. Ventos fortes		○	◆	○	◆	○
L. Tempestades/tornados/trovoadas		○	◆	○	◆	○

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML
 ◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

4.9. Zonas costeiras e mar

O município de Setúbal possui uma zona costeira muito extensa, onde cerca de 60 km (1:25 000) corresponde ao litoral de Estuário do Sado, e dos esteiros das Praias do Sado, da Mourisca e da Ribeira da Marateca, e cerca de 14 km (1:25.000) à zona costeira oceânica. Esta última secção, inicia-se no limite do município de Sesimbra em plena Serra e Parque Natural da Arrábida, numa área alcantilada, com arribas com comandos de centenas de metros, uma costa natural e de difícil acesso terrestre. No entanto, quando medido a uma escala de gestão municipal (1:500), e muito devido ao recorte e aos ilhéus do Estuário do Sado, o comprimento do litoral de Setúbal aumenta para os 290,5 km, dos quais 48,3% são naturais (38,5% Zonas Húmidas, de Vaza ou de Sapal, 7,5% Zonas Baixas e Arenosas ou de Dunas e 2,3% Arribas e Zonas Rochosas) e os restantes 51,7% artificializados (40,7% Salinas e Caldeiras, 6,8% Estruturas Costeiras, 4,3% Portos, Marinas, Ancoradouros ou Estaleiros).

O setor oceânico encontra-se sob o efeito de abrigo proporcionado pelo Cabo Espichel, o que proporciona uma agitação marítima fraca de baixa energia incidente durante todo o ano, com exceção dos temporais de Sudoeste. Esta costa de litoral alcantilado, tem poucas praias de areia, que se acumulam em pequenas enseadas sob a forma de um delgado revestimento de areia sobre o substrato rochoso de difícil acesso, como a Praia de Alpertuche, Pilotos, Coelhoos, Anixa, ou com acessos mais facilitados, como é o caso de Portinho da Arrábida, Creiro, Galapinhos, Galapos e Figueirinha. O primeiro núcleo com alguma concentração de edificado ocorre no Portinho da Arrábida. O Portinho é uma pequena reentrância que permite algum abrigo, mesmo em situação de agitação de sudoeste. O uso do solo é caracterizado por algumas habitações unifamiliares, geralmente para fins de recreio, veraneio ou turístico, bem como estabelecimentos de restauração e diversos apoios de praia. Localiza-se ainda o Forte de Santa Maria da Arrábida e as praias de Alpertuche, Pilotos e do Portinho.

Para Este encontramos alguns areais, de maior dimensão, que permitem uma capacidade de carga maior na época estival, Creiro, Galapinhos e Galapos, terminando na maior praia oceânica do município, a Praia da Figueirinha. Esta última praia, bem como algumas das anteriores, possuem apoios de praia com estabelecimentos comerciais. A Estrada Nacional 379-1 contorna a linha costeira entre a praia de Galapinhos e a cidade de Setúbal. Continuando para Este da Figueirinha,

localiza-se o Hospital Ortopédico de Santiago do Outão, com uma pequena praia e um grande complexo industrial cimenteiro e de extração de inertes, a fábrica da Secil-Outão. Um litoral muito artificializado com a localização de instalações fabris de grande envergadura e um grande porto exclusivo.

A Este do Outão entramos no estuário exterior do rio Sado, onde o canal de navegação da Barra de Setúbal corta os sedimentos arenosos e brancos do Delta Submarino do Sado, visíveis devido à pouca profundidade. Até à cidade de Setúbal, a margem estuarina é ocupada por parques de campismo do Outão, de merendas da Comenda, as praias da Rasca, Comenda e já na proximidade do núcleo urbano de Setúbal, a praia de Albarquel, o Parque Urbano de Albarquel e a Praia da Saúde. É também aqui que termina o Parque Natural da Arrábida e o SIC Arrábida/Espichel.

A frente urbana ribeirinha de Setúbal desenvolve-se em forma de enseada, formando uma baía que marca a transição entre o relevo acidentado do complexo montanhoso da Arrábida, os fundos de vale da parte jusante da ribeira do Livramento, e as áreas baixas e planas da península da Mitrena. Trata-se de uma frente urbana, artificializada por aterros que suportam uma grande diversidade de usos, espaços de recreio, jardins, parques, marinas e portos de pesca, lota, edifícios públicos, edifícios logísticos e comerciais e um cais fluvial, com um serviço de ligação à Península de Troia.

A Este localiza-se o terminal principal do Porto de Setúbal, um porto ro-ro (*roll-on/roll-off*) e de carga contentorizada de grande envergadura e importância nacional. Desde aí, na península da Mitrena, existe uma ocupação industrial intensa, de indústria “pesada”, localizando-se alguns terminais fluviais dedicados, aterros, uma antiga central termoelétrica, indústrias químicas e de resíduos, de pasta de papel, grandes estaleiros navais e terminais petroquímicos e de inertes.

Para norte e no tardoz da península, o estuário do Sado assume o seu esplendor paisagístico e ecológico marcado pelas extensas zonas húmidas, fundos baixos, onde se podem encontrar vastas extensões de sapais e rasos de maré, áreas classificadas na Rede Natura 2000 (SIC e ZPE do Estuário do Sado) e protegidas pela Reserva Natural do Estuário do Sado. Geomorfologicamente, é um litoral estuarino baixo, plano, constituído por areias e aluviões, onde domina o sistema biofísico de bancos de vasa-praia com algumas áreas de sapal. A zona costeira passa a ter uma ocupação de baixa densidade e dispersa, relacionada com a agricultura, exploração de sal, áreas de aquacultura e moinhos de marés com as respetivas caldeiras. Destacam-se os povoamentos ribeirinhos de Praias do Sado, Santo Ovídeo, Morgada, Faralhão, Mourisca e Pontes. O município é limitado pelo de Palmela, junto à foz da Ribeira da Marateca, marcada por uma extensa área de montado de sobre, pontuados por áreas de pinheiros mansos onde se destaca a herdade de Gâmbia. A Tabela 18 resume as características físicas e humanas do litoral do município de Setúbal.

Tabela 18. Resumo do Litoral do Município de Setúbal

Características do Litoral e da sua Ocupação	
Costa baixa e arenosa	✓
Costa rochosa de arribas	✓
Zonas húmidas e de sapal	✓

Características do Litoral e da sua Ocupação	
Ocupação urbana litoral e/ou ribeirinha	✓
Ocupação litoral agrícola	✓
Lagoas costeiras	✗
Áreas industriais ribeirinhas pesadas ativas	✓
Navegação pesada e áreas portuárias	✓
Litoral com áreas protegidas ou classificadas	✓

As características geomorfológicas e a ocupação antrópica da zona costeira oceânica e estuarina, determinam uma elevada sensibilidade aos vários fenómenos hidrodinâmicos extremos, nomeadamente quando ocorre a coexistência entre o nível de maré elevado com tempestade, sobrelevação de origem meteorológica, cheia, resultando em fenómenos de erosão, galgamento e inundações. Os episódios de vento e precipitação intensa e concentrada no tempo agravam os fenómenos descritos anteriormente. Destaca-se assim, a sensibilidade das zonas ribeirinhas, áreas planas e fundos de vale a jusante das ribeiras aos perigos de inundações e galgamentos, especialmente se associados a eventos meteorológicos extremos, que tem vindo a causar danos nas infraestruturas fluviais e portuárias, rodoviárias, habitações, comércio e serviços. A ocorrência de fortes chuvadas coincidentes com marés de tempestade (*storm surges*) e forte agitação marítima têm levado ao rápido esgotamento da capacidade dos sistemas de drenagem, provocando cheias urbanas, algumas de elevadas dimensões. A frente ribeirinha da cidade de Setúbal, a península da Mitrena e as restantes povoações estuarinas são assim, muito sensíveis aos referidos fenómenos.

Por último, salienta-se a grande sensibilidade da zona costeira oceânica, com registo frequente de fenómenos de erosão, galgamentos e inundações, desabamentos e quedas de blocos, nomeadamente nas arribas costeiras e nas pequenas reentrâncias baixas e arenosas, especialmente se associados a eventos meteorológicos extremos, com especial destaque para todos os areais das praias da Arrábida.

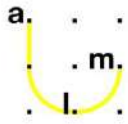
Tabela 19. Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial ‘zonas costeiras e mar’

Sector	Zonas costeiras e mar					
Principais elementos sensíveis a riscos climáticos	<ul style="list-style-type: none"> Litoral de 290,5 km (1:500), dos quais 51,7% são artificializados Existência de importantes zonas urbanas, portuárias e industriais (Setúbal e península da Mitrena) Estuário recortado com elevada biodiversidade, onde predominam zonas húmidas, salinas e caldeiras Praias oceânicas com grande utilização balnear 					
Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)						
Riscos climáticos	Inexistente	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
A. Precipitação intensa		●		○	◆	
B. Redução da precipitação		○ ◆				
C. Alteração na escala sazonal da precipitação		○ ◆				
D. Secas		○ ◆				
E. Temperaturas elevadas/ondas de calor		○ ◆				
F. Alteração na escala sazonal da temperatura		○ ◆				
G. Nível médio das águas do mar					○	◆
H. Temperaturas baixas/ondas de frio		○ ◆				
I. Gelo/geada/neve		○ ◆				
J. Granizo		○ ◆				
K. Ventos fortes				○	◆	
L. Tempestades/tornados/trovoadas					○	◆

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na AML

◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Conforme se observa na matriz da tabela anterior, no sector “Zonas Costeiras e Mar”, o litoral de Setúbal apresenta um risco climático muito forte à subida do Nível médio das águas do mar e a Tempestades/tornados/trovoadas, sendo alta à Precipitação intensa e aos Ventos fortes. Os fenómenos meteorológicos extremos, associados aos ventos fortes e a marés violentas irão acelerar a erosão das arribas litorais, com a queda de blocos e movimentos de massa diversos. Irão também acelerar a erosão das praias oceânicas e dos litorais estuarinos, podendo ocorrer galgamentos costeiros nas zonas urbanas de Setúbal e nas zonas portuárias e industriais da Mitrena.



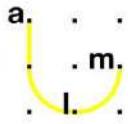
adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 5. Capacidade adaptativa

Cofinanciado por:





5. Capacidade adaptativa

No contexto dos 18 concelhos da área metropolitana, Setúbal apresenta uma posição bastante favorável em termos de capacidade adaptativa global. Efetivamente, o índice de capacidade adaptativa do concelho – cujo cálculo resulta da média dos scores de 15 indicadores calculados para todos os concelhos no âmbito do PMAAC-AML – é de 0,43, sendo o 4º valor mais favorável da área metropolitana.

Tabela 20. Indicadores e índice de capacidade adaptativa: valores e posição relativa no contexto metropolitano

Sector	Indicadores de capacidade adaptativa	Valor	Posição Área Metropolitana de Lisboa
Agricultura e florestas	Proporção de produtores agrícolas singulares (%) com escolaridade de nível secundário ou superior	18,43	3º
Biodiversidade e paisagem	Áreas protegidas (%)	53,6	1º
Economia	VAB/empresa (índice, AML=100) do sector indústria	243	2º
	VAB/empresa (índice, AML=100) do sector comércio	56	8º
	VAB/empresa (índice, AML=100) do sector serviços	60	6º
Energia	Capacidade adaptativa no sector energético	2,8	13º
Recursos hídricos	Garantia intrínseca da disponibilidade de água (índice, AML=100)	143	1º
	Índice de conhecimento infraestrutural (AML=100)	115	6º
Saúde humana	Habitantes por centro saúde do SNS (n.º)	121.061	3º
	Proporção (%) de população residente sem ar condicionado	83,9	8º
Segurança de pessoas e bens	Bombeiros/1.000 residentes (n.º)	1,9	8º
	Bombeiros/população sensível a riscos (n.º)	0,02	17º
Zonas costeiras e mar	Investimento em defesa costeira 2003-2023 (M€)	1,155	6º
	População residente no litoral “em risco” com mais de 65 anos (%)	23,12	13º
	População residente no litoral “em risco” com ensino superior (%)	8,31	14º
Índice de capacidade adaptativa		0,43	4º

Fonte: INE, APA, PMAAC-AML (2018)

Para esta situação positiva contribui decisivamente o bom desempenho do concelho em indicadores como a proporção de áreas protegidas (a mais relevante de entre os concelhos da região), o VAB por empresa no sector da indústria (2ª posição à escala metropolitana), e o rácio de número de habitantes por centro de saúde do SNS e a proporção de produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior (3ª posição em ambos).

Os indicadores onde o concelho tem pior desempenho (e, portanto, onde existe maior necessidade de ser incrementada a capacidade adaptativa), estão associados ao rácio de bombeiros por população residente em áreas de risco (penúltima posição), à capacidade adaptativa do sector energético e às características socioeconómicas (idade e escolaridade) da população residente nas zonas costeiras em risco.

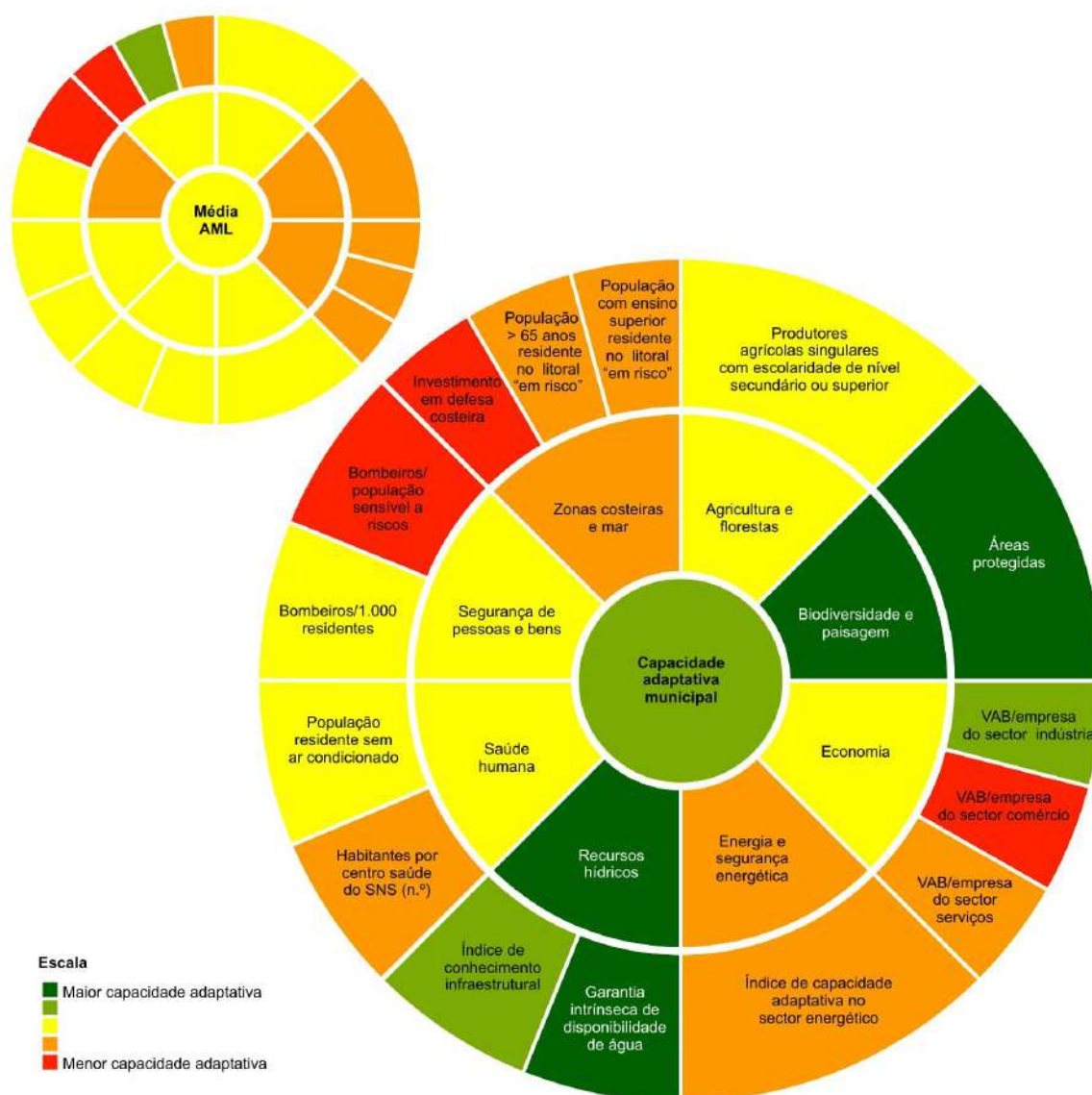
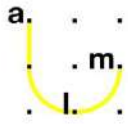


Figura 11. Índice de capacidade adaptativa na Área Metropolitana Lisboa e no concelho

Fonte: PMAAC-AML (2018)



adaptação
às alterações
climáticas

plano
metropolitano

Capítulo 6. Impactes e vulnerabilidades climáticas

Cofinanciado por:



6. Vulnerabilidades climáticas atuais e futuras

6.1. Impactes climáticos atuais

A avaliação dos impactes climáticos atuais no âmbito do PMAAC-AML contribui indubitavelmente para traçar uma primeira imagem das consequências do clima atual neste território, em particular dos eventos climáticos extremos. No entanto, os resultados obtidos evidenciam a necessidade de implementar sistemas comuns de monitorização de impactes climáticos à escala metropolitana, suportados nos serviços municipais (e especialmente nos serviços municipais de proteção civil), com a colaboração de outras entidades produtoras de informação de monitorização de situações de emergência a nível nacional, metropolitano e local.

O levantamento sistemático de informação sobre os resultados dos eventos climáticos extremos que afetaram o território metropolitano durante o período 2000-2018, realizado por técnicos de todos os municípios, permitiu recolher e sistematizar numa base de dados comum – o Perfil de Impactes Climáticos (PIC) – informação de caracterização e avaliação relativa a 925 eventos que tiveram impactes e consequências mais significativas neste território.

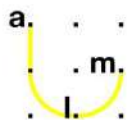
Nas últimas duas décadas, foram registados 27 eventos climáticos extremos no concelho de Setúbal, sendo que a maior parte esteve associada a precipitação intensa e a vento forte.

Estes eventos climáticos extremos originaram múltiplos impactes em diversos sectores, dos quais se destacam, pela sua maior frequência, deslizamentos de vertentes, inundações, danos em edifícios, problemas de trânsito e de mobilidade.

Dos eventos climáticos extremos registados, foram assinalados 36 com consequências avaliadas pelo município como de importância alta, associadas sobretudo a precipitação intensa e vento forte.

Tabela 21. Síntese dos eventos climáticos extremos registados no concelho, entre 2000 e 2018

Variáveis	Detalhes das variáveis	Resultados
Eventos climáticos registados (n.º)	Total	27
	Precipitação intensa	18
	Vento forte	3
	Agitação marítima/galgamento/inundação	2
	Incêndio rural/florestal	2
	Temperaturas baixas/ondas de frio	2
	Total	32
	Deslizamento de vertentes	8



Variáveis	Detalhes das variáveis	Resultados
Impactes climáticos registados (n.º)	Inundações	8
	Danos em edifícios	3
	Problemas de trânsito e de mobilidade	3
	Danos em estruturas	2
	Incêndios	2
	Danos em equipamentos	1
	Danos em estruturas	1
	Danos em infraestruturas de comunicações	1
	Danos em infraestruturas energéticas	1
	Queda de árvores	1
Consequências de eventos climáticos avaliadas com importância alta (n.º)	Total	36
	Agitação marítima/galgamento/inundação	2
	Incêndio rural/florestal	2
	Precipitação intensa	27
	Vento forte	5

Fonte: PMAAC-AML (2018)

6.2. Vulnerabilidades climáticas atuais e futuras

Dos onze riscos climáticos analisados, Setúbal apresenta maior vulnerabilidade aos incêndios rurais/florestais e a cheias rápidas.

A vulnerabilidade atual aos incêndios rurais/florestais encontra maior expressão nas áreas com maior declive e com vegetação natural, sendo, portanto, maior nas freguesias que englobam a Serra da Arrábida (Azeitão e UF São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça), onde é alta. Estas são, aliás, as duas únicas freguesias da Margem Sul com este índice, sendo as que apresentam a maior vulnerabilidade de toda a sub-região. Nas restantes três, o índice é muito baixo, passando a 'baixo' em São Sebastião e na UF Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra.

Quanto a cheias rápidas, a vulnerabilidade atual é baixa em todas as freguesias, com a exceção da UF São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça, onde é muito alta, apesar de ser o risco mais disseminado por todo o território metropolitano. A freguesia sede de concelho constitui a única da margem Sul e uma das três de toda a Área Metropolitana de Lisboa com este nível de vulnerabilidade, o mais elevado observado, estando associado sobretudo à sensibilidade, determinada em grande medida pelo número de alojamentos localizados em área de risco de cheias. A projeção da sua evolução futura é determinada pela combinação de três tendências de alteração climática: a diminuição da precipitação média anual; a concentração da precipitação em eventos extremos mais frequentes e intensos; o aumento do nível médio das águas do mar.

A distribuição do índice de vulnerabilidade ao calor excessivo evidencia um gradiente de aumento ao nível metropolitano de Noroeste para Sudeste, sendo predominantemente baixa ou muito baixa nos concelhos litorais da Margem Norte e média nos concelhos da Margem Sul. É também evidente a maior vulnerabilidade ao calor excessivo das freguesias mais densamente urbanizadas. Em Setúbal, a vulnerabilidade atual é média nas freguesias de São Sebastião, Sado e em Azeitão e baixa nas restantes freguesias. A subida projetada da frequência e severidade dos eventos de calor extremo deverá implicar um aumento da vulnerabilidade a este risco em todo o concelho, passando a ser alta em todas as freguesias, com as exceções de Sado e UF Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra, onde deverá ser média. O concelho de Setúbal destaca-se por, na Margem Sul, ser um dos municípios com menor vulnerabilidade, quer atual, quer futura, a este risco climático, juntamente com a Moita e Seixal.

A vulnerabilidade atual à erosão hídrica do solo é inexistente na UF Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra, muito baixa em São Sebastião e no Sado, baixa em Azeitão e média na UF de São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça. Neste último caso, constitui a freguesia da Margem Sul com a vulnerabilidade atual mais elevada, pela maior incidência nas áreas mais declivosas localizadas na Serra da Arrábida. A vulnerabilidade futura não deverá, em função das alterações climáticas projetadas, alterar-se significativamente à situação atual.

No que respeita à instabilidade de vertentes e considerando as características orográficas do concelho, observam-se três situações distintas nas cinco freguesias. Em São Sebastião, Sado e na UF de Gâmbia, Pontes e Alto da Guerra, freguesias sem declives acentuados, não é sinalizada vulnerabilidade atual nem é projetada vulnerabilidade futura. Na UF de São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça, a vulnerabilidade atual é baixa, agravando-se para média no futuro. A freguesia de Azeitão, com declives bastante acentuados, englobando parte da Serra da Arrábida, apresenta vulnerabilidade atual e futura média.

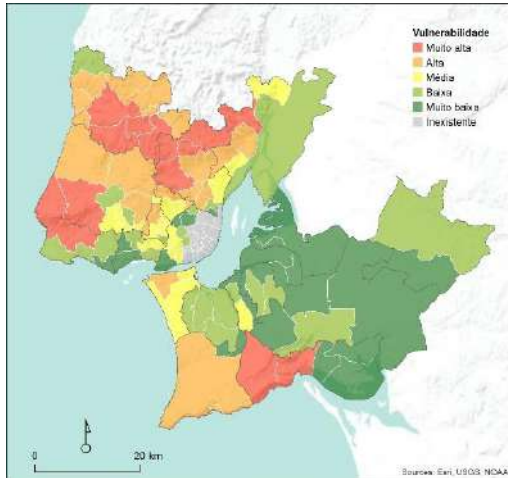
Relativamente a inundações e galgamentos costeiros, erosão litoral e recuo de arribas, a freguesia no litoral atlântico (Azeitão) apresenta uma vulnerabilidade atual média, que se agravará, no futuro. No caso da erosão litoral e recuo de arribas, a UF São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça, mais exposta sobretudo a inundações, regista uma vulnerabilidade atual alta, que se agravará para muito alta.

A leitura da vulnerabilidade à seca meteorológica permite verificar que Setúbal apresenta um índice atual baixo em todas as freguesias, com as exceções do Sado, onde é média e de Azeitão, onde é alta. As projeções climáticas de redução da precipitação total e as suas implicações sazonais, combinadas com o aumento das temperaturas e dos eventos de calor extremo, implicarão um aumento desta vulnerabilidade em todo o concelho.

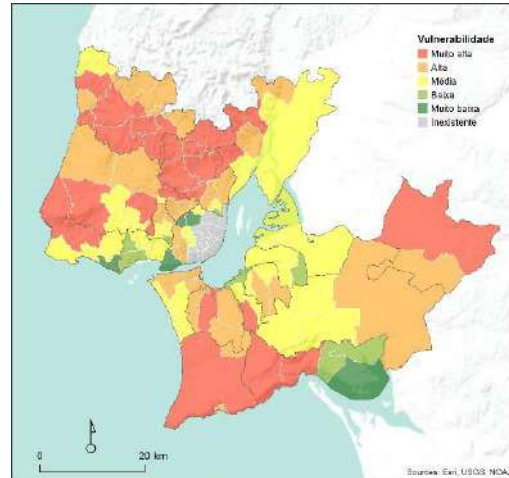
Por fim, para as tempestades de vento, a vulnerabilidade atual das freguesias de Setúbal é muito baixa ou baixa, excecionando-se Azeitão, mais exposta pelas suas características de maior altitude no contexto da Serra da Arrábida. Não são expectáveis modificações significativas na distribuição da suscetibilidade do território, devendo manter-se a vulnerabilidade sinalizada para a atualidade.

Incêndios rurais/florestais

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML

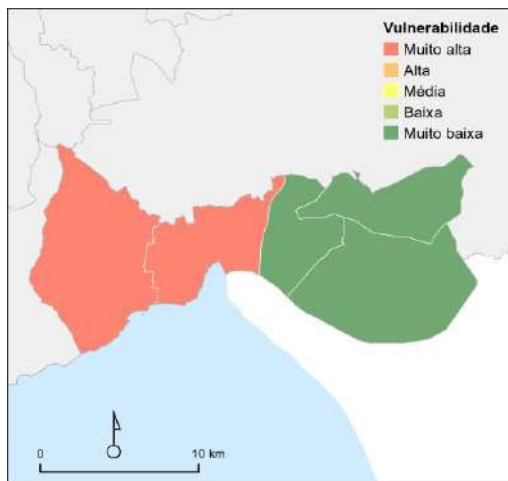


Parâmetros de vulnerabilidade climática

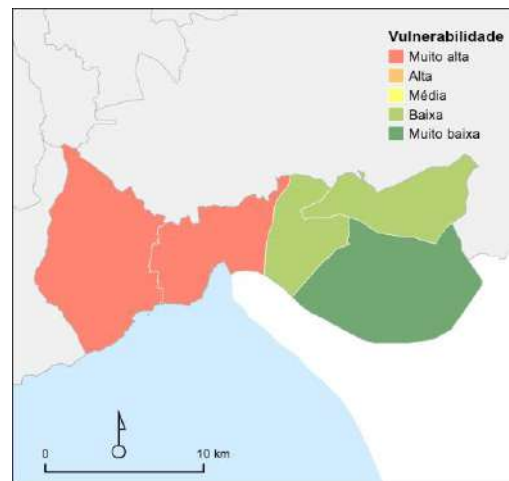
Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade (1)					
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E	F
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,5	0,7	0,7	0,0	1,0	0,4	0,0	1,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sado	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,6	0,7	0,5	0,0	0,7	0,4	0,0	0,8
Setúbal (São Sebastião)	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



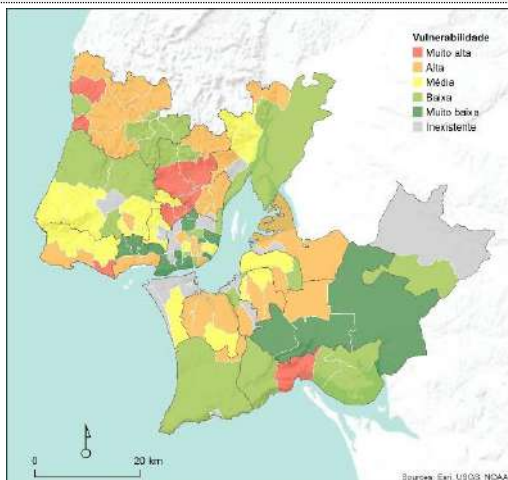
(1) Elementos sensíveis a fogos florestais: A) Floresta; B) Património classificado; C) Valores ecológicos; D) Alojamentos; E) População; F) Infraestruturas de transporte

Capacidade adaptativa no concelho

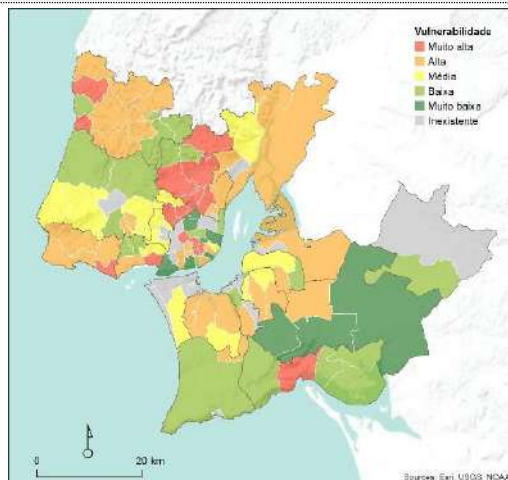
Áreas protegidas	Capacidade adaptativa				
	VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.
1,0	0,8	0,1	0,2	0,0	0,5

Cheias rápidas

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML

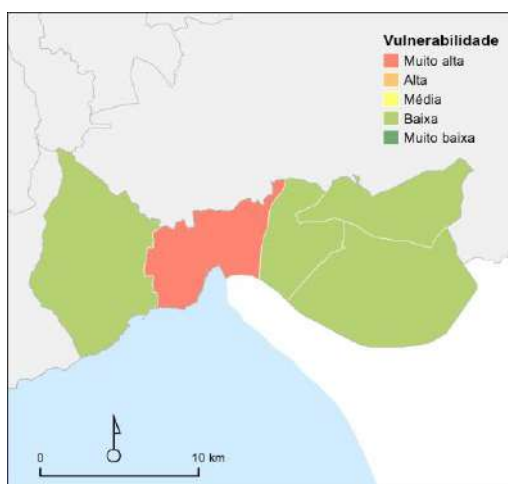


Parâmetros de vulnerabilidade climática

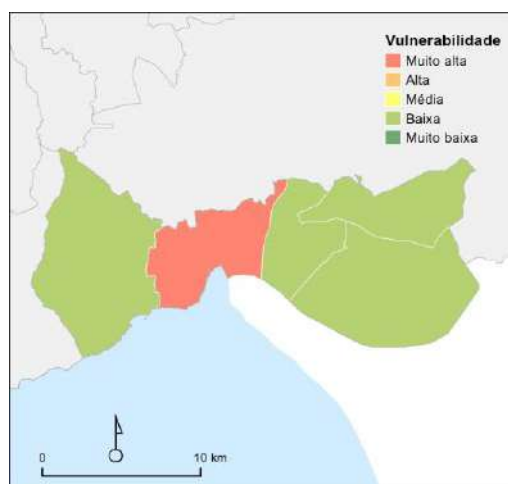
Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade (1)				
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,4	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,4	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Sado	0,4	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,6	0,6	0,3	0,2	1,0	0,0	0,3
Setúbal (São Sebastião)	0,4	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



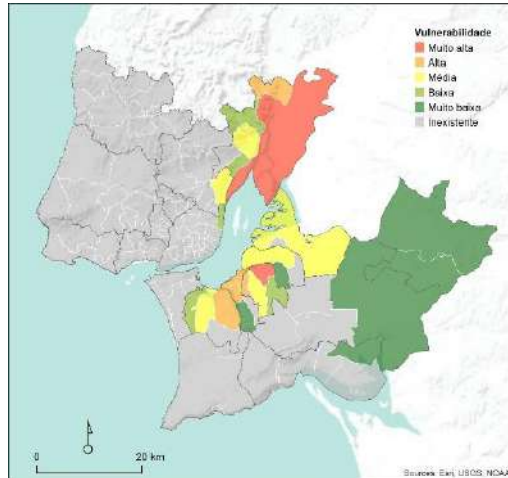
(1) Elementos sensíveis a cheias: A) Património classificado; B) Zonas de localização de atividades económicas; C) Alojamentos; D) População; E) Infraestruturas de transporte

Capacidade adaptativa no concelho

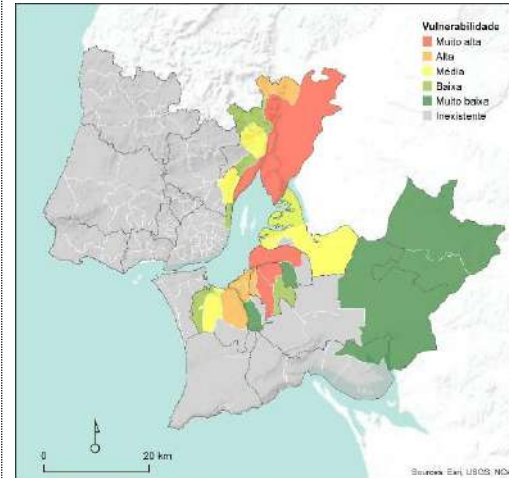
Capacidade adaptativa				
VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/pop. sensível	Bombeiros/1.000 hab.
0,8	0,1	0,2	0,0	0,5

Cheias progressivas

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML



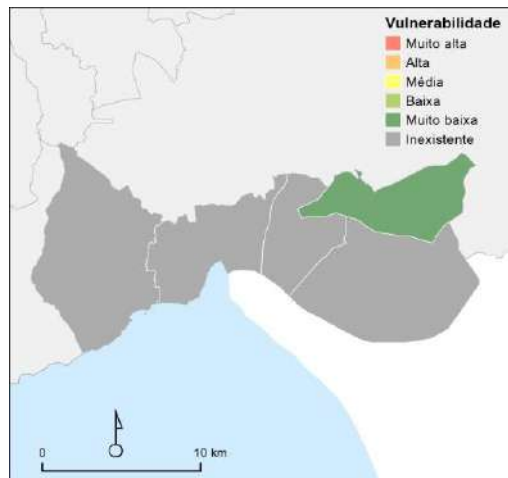
Parâmetros de vulnerabilidade climática

Risco e sensibilidade climática por freguesia

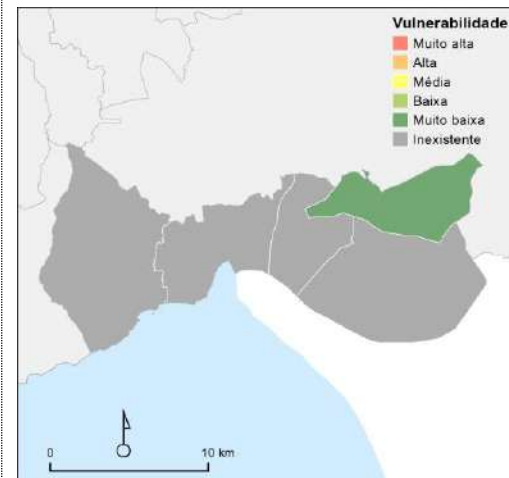
	Risco		Sensibilidade (1)				
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,4	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Sado	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,0	0,0	0,3	0,2	1,0	0,0	0,3
Setúbal (São Sebastião)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0

(1) Elementos sensíveis a cheias: A) Património classificado; B) Zonas de localização de atividades económicas; C) Alojamentos; D) População; E) Infraestruturas de transporte

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal

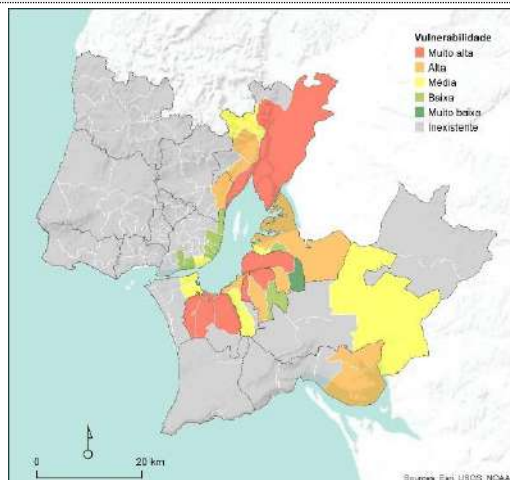


Capacidade adaptativa no concelho

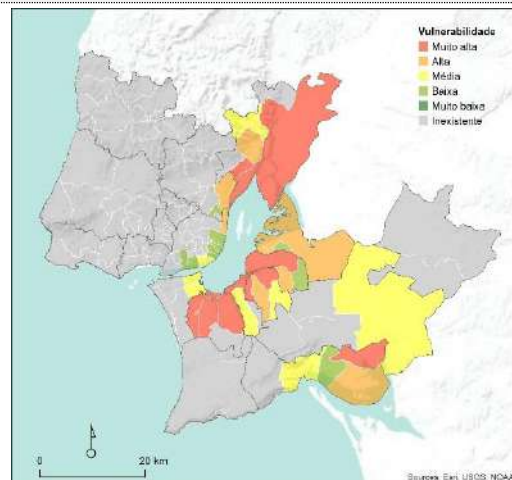
Capacidade adaptativa				
VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.
0,8	0,1	0,2	0,0	0,5

Inundações estuárias

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML



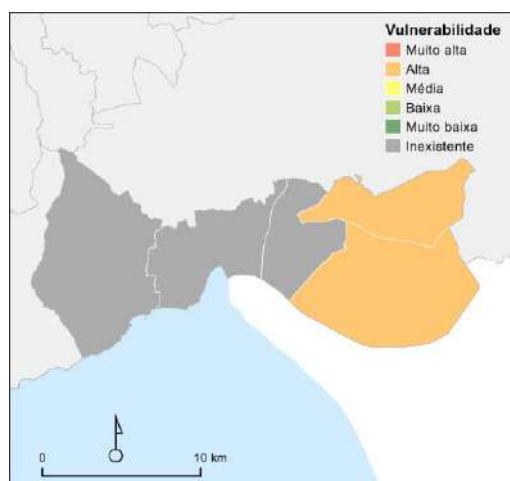
Parâmetros de vulnerabilidade climática

Risco e sensibilidade climática por freguesia

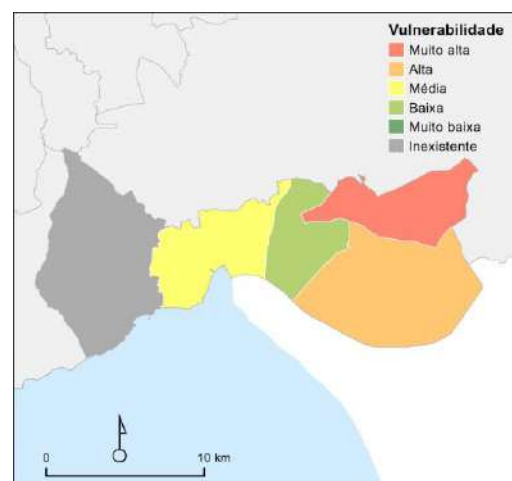
	Risco		Sensibilidade (1)				
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,8	1,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Sado	1,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,2	0,4	0,3	0,2	1,0	0,0	0,3
Setúbal (São Sebastião)	0,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0

(1) Elementos sensíveis a cheias: A) Património classificado; B) Zonas de localização de atividades económicas; C) Alojamentos; D) População; E) Infraestruturas de transporte

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



Capacidade adaptativa no concelho

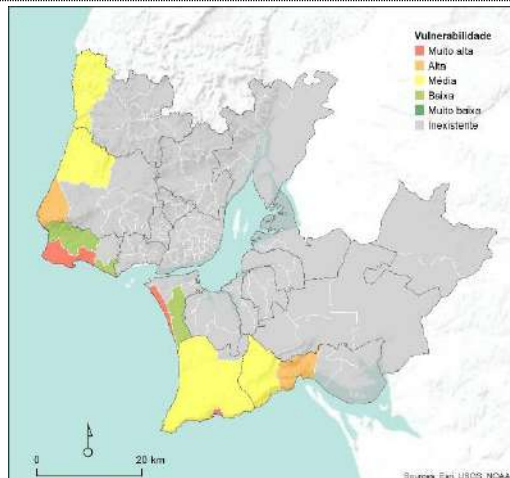
Capacidade adaptativa				
VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.
0,8	0,1	0,2	0,0	0,5

Inundações e galgamentos em litoral arenoso

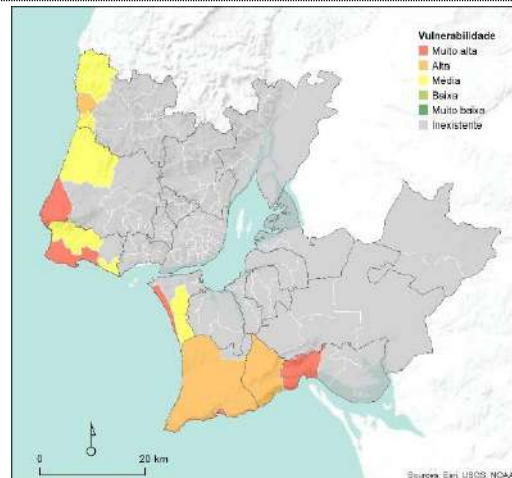
<p>Vulnerabilidade atual na AML</p>	<p>Vulnerabilidade futura na AML</p>	<p>Parâmetros de vulnerabilidade climática</p> <p>Risco e sensibilidade climática por freguesia</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Risco</th> <th colspan="5">Sensibilidade (1)</th> </tr> <tr> <th>Risco atual</th> <th>Risco futuro</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Azeitão (São Lourenço e São Simão)</td> <td>0,6</td> <td>0,8</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,0</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Setúbal (São Sebastião)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Risco		Sensibilidade (1)					Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E	Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra								Sado								Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)								Setúbal (São Sebastião)							
	Risco			Sensibilidade (1)																																																					
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E																																																		
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5																																																		
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra																																																									
Sado																																																									
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)																																																									
Setúbal (São Sebastião)																																																									
<p>Vulnerabilidade atual - Setúbal</p>	<p>Vulnerabilidade futura - Setúbal</p>	<p>(1) Elementos sensíveis a inundações e galgamentos costeiros: A) Atividades turísticas; B) Alojamentos; C) Equipamentos; D) População; E) Infraestruturas de transporte</p> <p>Capacidade adaptativa no concelho</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Capacidade adaptativa</th> </tr> <tr> <th>VAB comércio</th> <th>VAB serviços</th> <th>Bombeiros/ pop. sensível</th> <th>Bombeiros/ 1.000 hab.</th> <th>Investimento em defesa costeira</th> <th>Pop. risco > 65 anos</th> <th>Pop risco c/ ensino superior</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,1</td> <td>0,2</td> <td>0,0</td> <td>0,5</td> <td>0,0</td> <td>0,2</td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Capacidade adaptativa							VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.	Investimento em defesa costeira	Pop. risco > 65 anos	Pop risco c/ ensino superior	0,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,2	0,2																																		
Capacidade adaptativa																																																									
VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.	Investimento em defesa costeira	Pop. risco > 65 anos	Pop risco c/ ensino superior																																																			
0,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,2	0,2																																																			

Erosão e recuo de arribas

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML

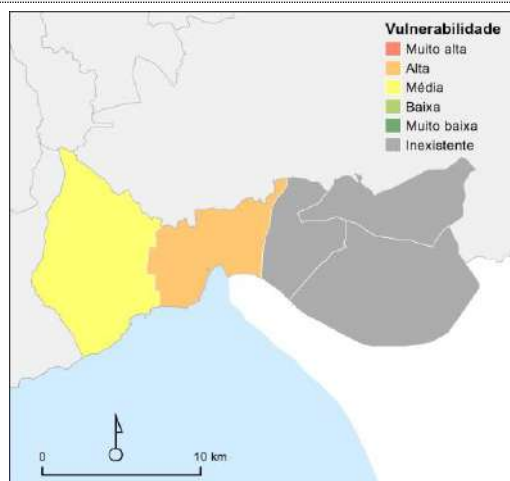


Parâmetros de vulnerabilidade climática

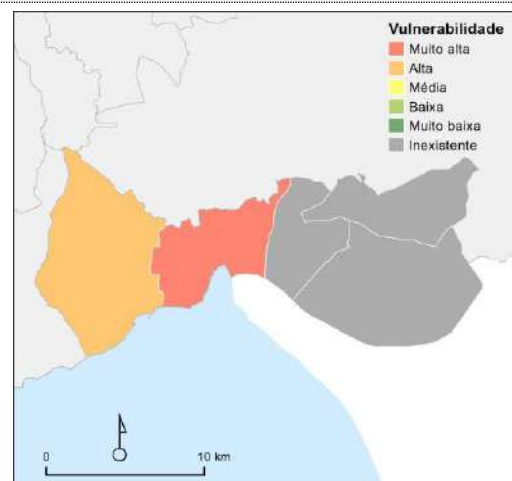
Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade (1)				
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C	D	E
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra							
Sado							
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Setúbal (São Sebastião)							

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



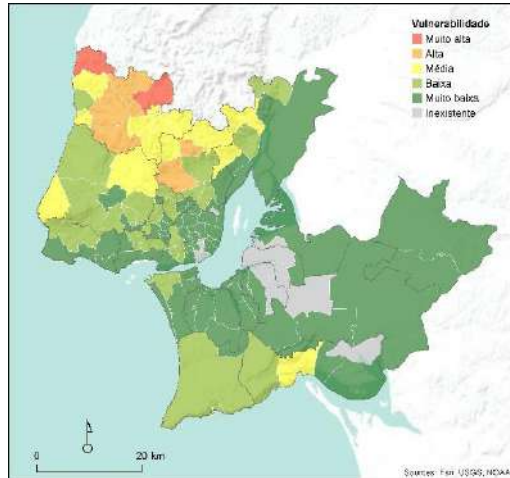
(1) Elementos sensíveis a erosão litoral e recuo de arribas: A) Atividades turísticas; B) Alojamentos; C) Equipamentos; D) População; E) Infraestruturas de transporte

Capacidade adaptativa no concelho

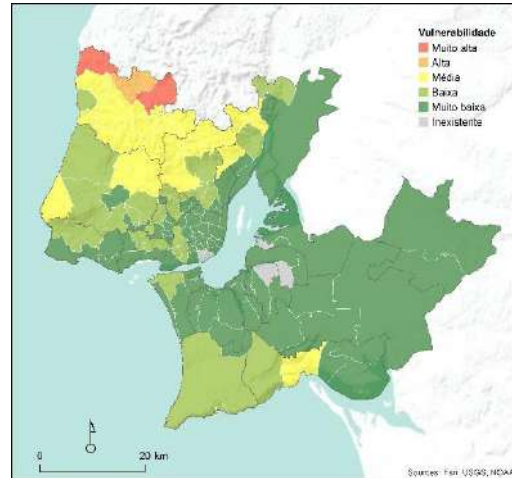
Capacidade adaptativa						
VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.	Investimento em defesa costeira	Pop. risco > 65 anos	Pop risco c/ ensino superior
0,1	0,2	0,0	0,5	0,0	0,2	0,2

Erosão hídrica do solo

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML

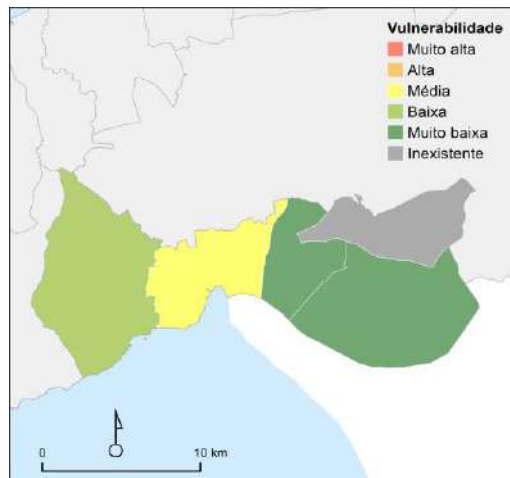


Parâmetros de vulnerabilidade climática

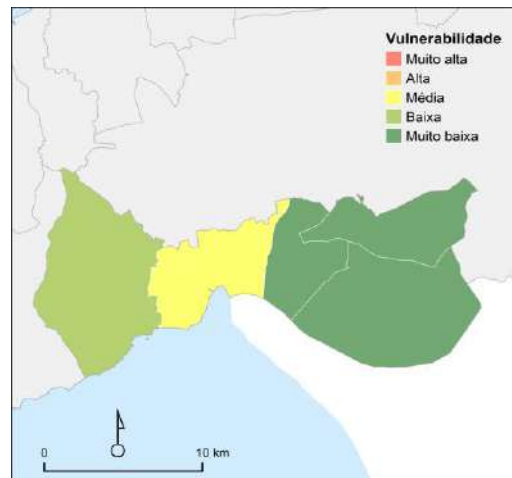
Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade
	Risco atual	Risco futuro	Culturas temporárias e de regadio
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,6	0,6	0,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,0	0,0	0,0
Sado	0,0	0,0	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,7	0,7	0,0
Setúbal (São Sebastião)	0,0	0,0	0,0

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal

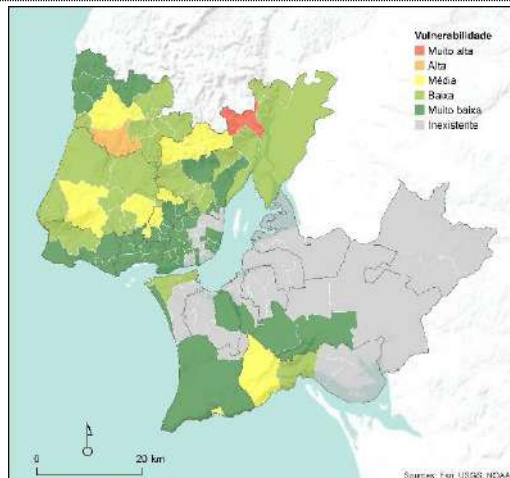


Capacidade adaptativa no concelho

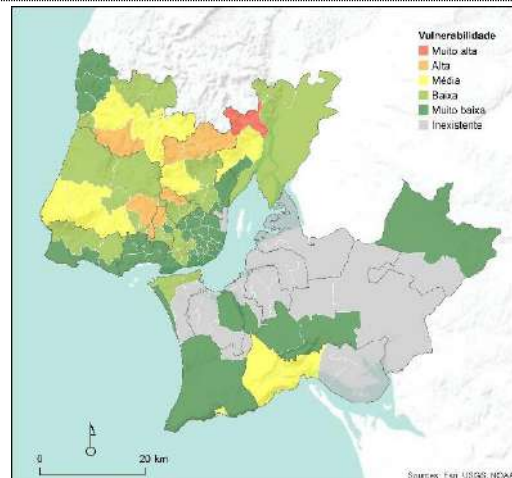
Capacidade adaptativa
Produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior
0,6

Instabilidade de vertentes

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML



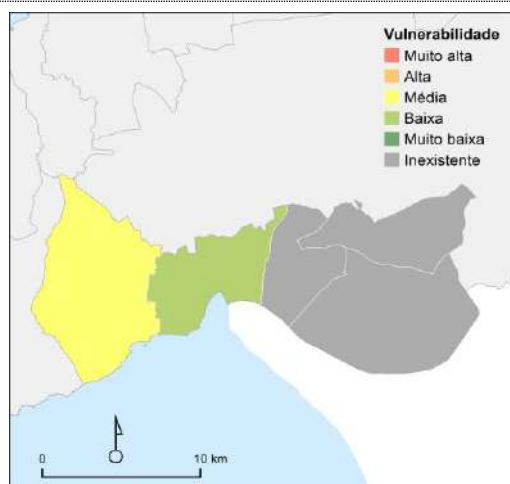
Parâmetros de vulnerabilidade climática

Risco e sensibilidade climática por freguesia

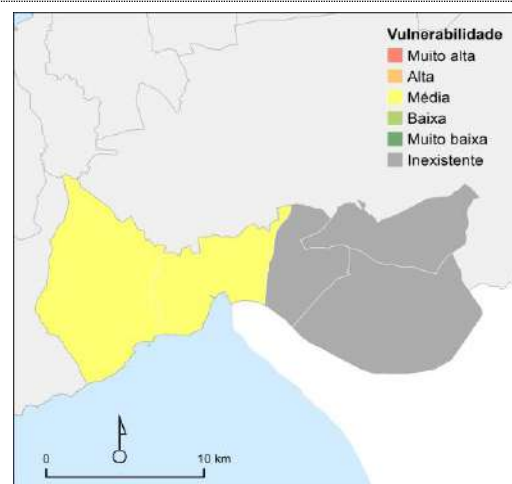
	Risco		Sensibilidade (1)		
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,3	0,3	0,0	0,0	1,0
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,3	0,3	0,0	0,0	0,6
Setúbal (São Sebastião)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(1) Elementos sensíveis a instabilidade de vertentes : A) Património classificado; B) Alojamentos; C) Infraestruturas de transporte

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal

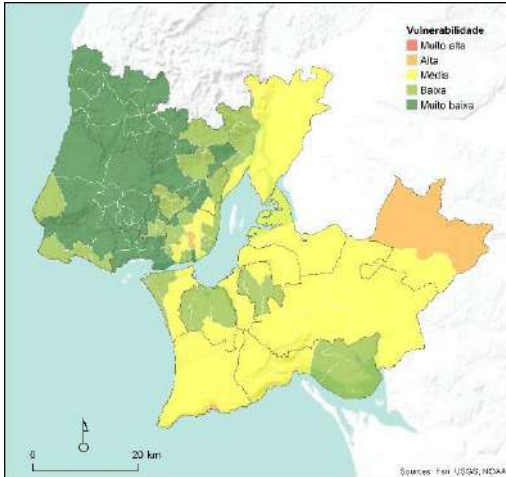


Capacidade adaptativa no concelho

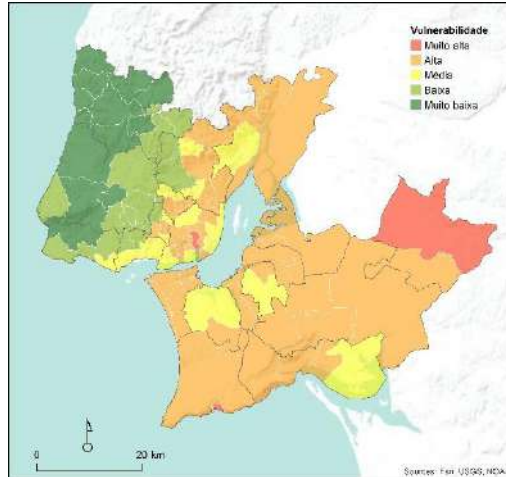
Capacidade adaptativa				
VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/ pop. sensível	Bombeiros/ 1.000 hab.
0,8	0,1	0,2	0,0	0,5

Calor excessivo

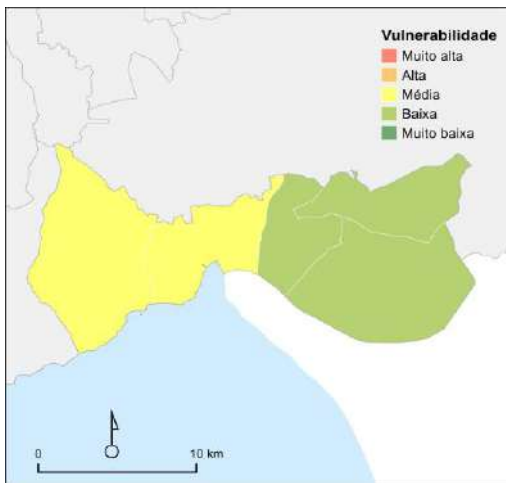
Vulnerabilidade atual na AML



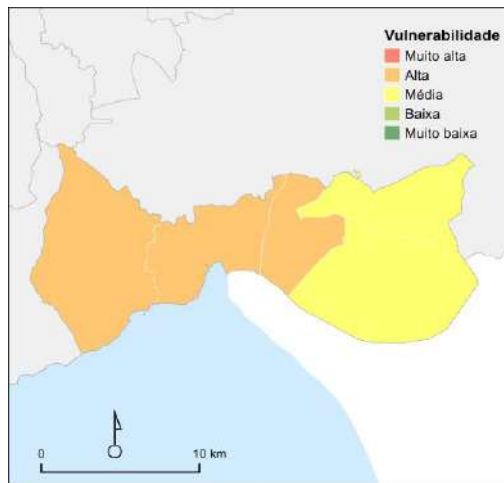
Vulnerabilidade futura na AML



Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



Parâmetros de vulnerabilidade climática

Risco e sensibilidade climática por freguesia

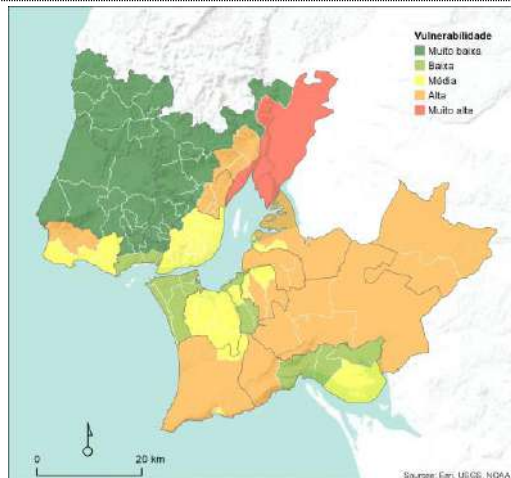
	Risco		Sensibilidade	
	Risco atual	Risco futuro	Atividades turísticas	População + sensível
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,8	1,0	0,1	0,6
Gândia-Pontes-Alto da Guerra	0,8	1,0	0,0	0,6
Sado	0,8	1,0	0,0	0,5
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,8	1,0	0,2	0,8
Setúbal (São Sebastião)	0,8	1,0	0,1	0,5

Capacidade adaptativa no concelho

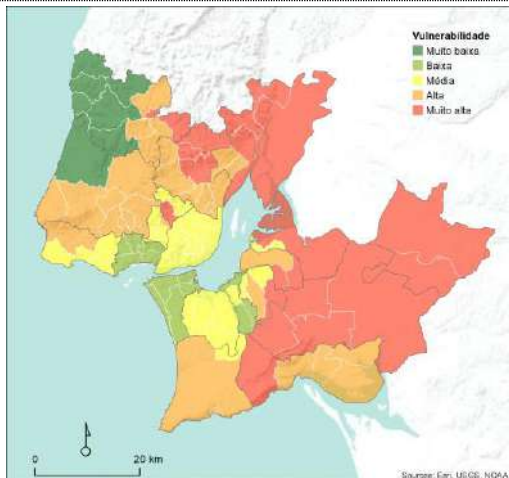
Capacidade adaptativa					
Hab./centro de saúde	Pop. sem ar condic.	VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Cap. adapt. energia
0,2	0,5	0,8	0,1	0,2	0,3

Seca meteorológica

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML



Parâmetros de vulnerabilidade climática

Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade (1)		
	Risco atual	Risco futuro	A	B	C
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,7	1,0	0,0	0,3	0,5
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,7	1,0	0,0	0,2	0,0
Sado	0,7	1,0	0,0	0,3	0,0
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,7	1,0	0,0	0,1	0,0
Setúbal (São Sebastião)	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0

Vulnerabilidade atual - Setúbal



Vulnerabilidade futura - Setúbal



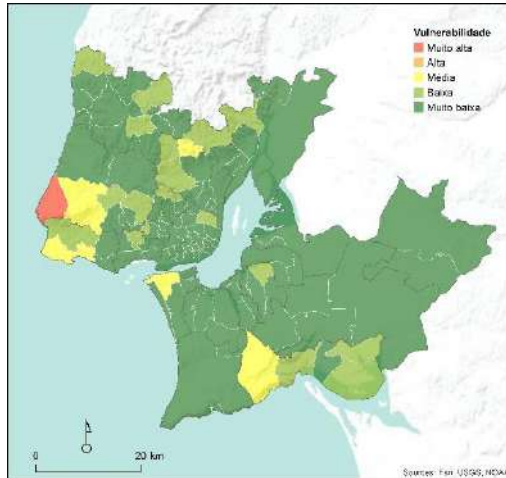
(1) Elementos sensíveis a seca meteorológica: A) Atividades agrícolas e silvícolas sensíveis à disponibilidade de água; B) Áreas naturais protegidas; C) Origens de água sensíveis a secas

Capacidade adaptativa no concelho

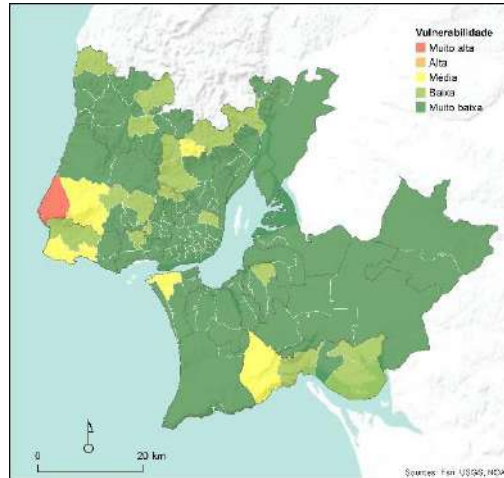
Capacidade adaptativa		
Produtores agrícolas singulares com escolaridade de nível secundário ou superior	Garantia intrínseca de disponibilidade de água	Índice de conhecimento infraestrutural (abastecimento de água)
0,6	1,0	0,8

Tempestades de vento

Vulnerabilidade atual na AML



Vulnerabilidade futura na AML

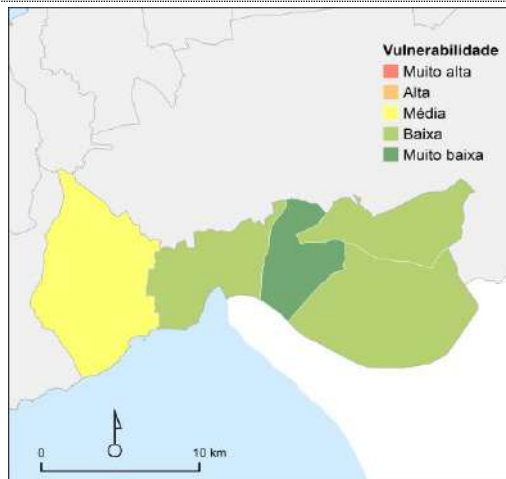


Parâmetros de vulnerabilidade climática

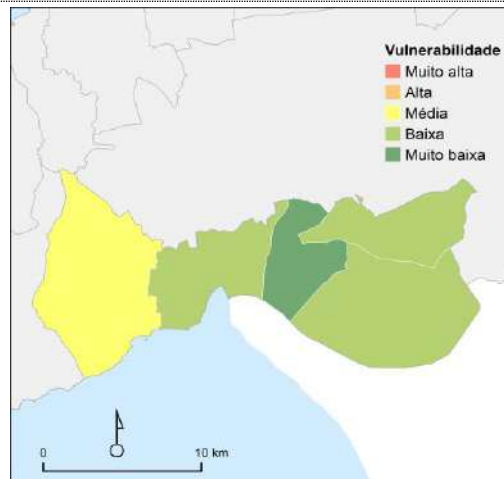
Risco e sensibilidade climática por freguesia

	Risco		Sensibilidade
	Risco atual	Risco futuro	Infraestruturas de transporte
Azeitão (São Lourenço e São Simão)	0,3	0,3	0,8
Gâmbia-Pontes-Alto da Guerra	0,7	0,7	0,0
Sado	0,3	0,3	0,2
Setúbal (São Julião, Nossa Senhora da Anunciada e Santa Maria da Graça)	0,3	0,3	0,4
Setúbal (São Sebastião)	0,3	0,3	0,1

Vulnerabilidade atual - Setúbal

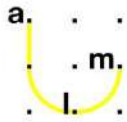


Vulnerabilidade futura - Setúbal



Capacidade adaptativa no concelho

Capacidade adaptativa				
VAB indústria	VAB comércio	VAB serviços	Bombeiros/pop. sensível	Bombeiros/1.000 hab.
0,8	0,1	0,2	0,0	0,5



Ficha Técnica - Equipa PMAAC-AML

Equipa Técnica da AML

Isabel Pina
José Correia
Luís Costa

Coordenação Geral

Sérgio Barroso (CEDRU)

Coordenação Executiva

António Lopes (IGOT)
Heitor Gomes (CEDRU)
João Telha (CEDRU)
João Tiago Carapau (WE Consultants)

Clima e Cénarização Climática

António Lopes (IGOT), Ezequiel Correia (IGOT) e Marcelo Fragoso (IGOT)

Capacitação Técnica, Sensibilização e Comunicação Institucional

Ana Bonifácio (WE Consultants), Cláudia Carmo (WE Consultants), Frederico Metelo (WE Consultants), João Tiago Carapau (WE Consultants)

Domínios Transversais – Avaliação Institucional e Perceção do Risco

Gonçalo Caetano (CEDRU) e Inês Andrade (CEDRU)

Domínios Transversais – Avaliação Socioeconómica

Carla Figueiredo (CEDRU) e Luís Carvalho (CEDRU)

Sistema de Informação

António Marques (ESRI), António Sérgio (ESRI), Fernando Matos (ESRI), Jorge Rocha (IGOT), Paulo Morgado (IGOT), Tânia Delgado (ESRI) e Vitor Rodrigues (ESRI)

Especialistas Sectoriais

Agricultura e Florestas: Carolina Ribeiro (WE Consultants), Frederico Metelo (WE Consultants), João Tiago Carapau (WE Consultants)

Biodiversidade e Paisagem: Carlos Neto (IGOT)

Economia: Heitor Gomes (CEDRU)

Energia e Segurança Energética: Armando Pinto (LNEC), Fernando Marques da Silva (LNEC) e Paulo Machado (LNEC)

Ordenamento do Território: Sérgio Barroso (CEDRU) e Sónia Vieira (CEDRU)

Recursos Hídricos: Elsa Alves (LNEC), Fernanda Rocha (LNEC) e Rui Rodrigues (LNEC)

Saúde Humana: João Vasconcelos (IGOT)

Segurança de Pessoas e Bens/Riscos Naturais: José Luís Zêzere (IGOT), Ricardo Garcia (IGOT) e Sandra Oliveira (IGOT)

Transportes e Comunicações: Alexandra Rodrigues (TIS)

Zonas Costeiras e Mar: José Carlos Ferreira (FCT-UNL)

Steering Committee

Clima Urbano: Maria João Alcoforado (IGOT)

Energia e Mobilidade: Jorge Saraiva (LNEC) e Faustino Gomes (TIS)

Ordenamento do Território e Cidades: Jorge Gaspar (CEDRU) e José Manuel Simões (CEDRU)

Serviços dos Ecossistemas: Fátima Alves (UA) e Luís Paulo Ribeiro (ISA)

Relatório produzido pelo:



CEDRU – Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano, Lda.

com a assistência técnica de:



ESRI - Environmental Systems Research Institute



IGOT - Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da
Universidade de Lisboa



WE CONSULTANTS
(MEGALOCI – Plataforma Empresarial e Território)



TIS – Transportes, Inovação e Sistemas



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão

Contrato n.º 08/2017

Título do contrato:

Elaboração do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa

Adjudicatário:

Consórcio CEDRU / WE CONSULTANTS / IGOT / TIS / ESRI

Fase:

Fase 2. Avaliação de impactes e de vulnerabilidades

Documento:

Volume II . Avaliação de impactes e de vulnerabilidades

Designação do arquivo:

PMAAC_AML_P087_STB_PlanoMunicipal_Riscos_REV_30nov2019.pdf