



**PROJETO 60SGS#3 PLAAC – ARRÁBIDA (PLANOS LOCAIS DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS)**

## **Guia Metodológico**

Financiado por:

**Iceland**   
**Liechtenstein**  
**Norway grants**

Financiado por	EEA Grants
Operador do Programa	Secretaria-Geral do Ambiente do Ministério do Ambiente e Ação Climática
Promotor	ENA - Agência de Energia e Ambiente da Arrábida
Parceiro Responsável	NOVA School of Science and Technology   FCT NOVA com colaboração de IGOT – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa
Atividade	4 – Estratégia de Adaptação e Planos de Ação
Tarefa	4.4 – Modelo de gestão e acompanhamento: Produção e distribuição de Guia Metodológico para apoiar as equipas técnicas no seguimento do plano de adaptação
Documento	Guia Metodológico
Data	Setembro de 2022

# Índice

<b>1 ENQUADRAMENTO.....</b>	<b>6</b>
1.1 Introdução .....	6
1.2 Objetivos .....	7
1.3 Princípios .....	7
<b>2 MODELO CONCEPTUAL E ESTRATÉGIA PARA A ADAPTAÇÃO MUNICIPAL</b>	<b>9</b>
2.1 Modelo Conceptual do PLAAC-Arrábida .....	9
2.2 Estratégia para a Adaptação Municipal .....	13
<b>3 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA .....</b>	<b>15</b>
3.1 Introdução .....	15
3.2 Unidades de Resposta Climática Homogénea (URCH) .....	17
3.2.1 Unidades morfoclimáticas .....	17
3.2.2 <i>Local Climate Zones</i> (LCZ) .....	18
3.3 Cenarização Climática.....	18
<b>4 AVALIAÇÃO DE IMPACTES E DE RISCOS ATUAIS E FUTUROS.....</b>	<b>21</b>
4.1 Avaliação dos impactes climáticos atuais e análise da sensibilidade.....	21
4.2 Avaliação de Perigos Atuais e Futuros .....	22
4.2.1 Introdução .....	22
4.2.2 Incêndios Rurais/Florestais .....	23
4.2.3 Erosão Hídrica do Solo .....	25
4.2.4 Instabilidade de Vertentes.....	27
4.2.5 Inundações fluviais .....	30
4.2.6 Inundações estuarinas .....	31
4.2.7 Inundações e galgamentos costeiros .....	32
4.2.8 Erosão Costeira e Recuo de Arribas .....	33
4.2.9 Calor Excessivo .....	34
4.2.10 Secas .....	34

4.2.11	Tempestades de Vento .....	34
4.3	Avaliação da Exposição .....	35
4.4	Avaliação da Vulnerabilidade Social.....	36
4.5	Análise do Risco Atual e Futuro .....	39
4.6	Identificação de Territórios em Risco Prioritários.....	40
<b>5</b>	<b>PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO.....</b>	<b>42</b>
5.1	Abordagem Conceptual.....	42
5.1.1	Dificuldades na implementação da participação .....	43
5.1.2	A viragem deliberativa e contextos de grande complexidade.....	45
5.2	Estrutura Metodológica.....	47
5.2.1	Considerações gerais sobre o envolvimento de <i>stakeholders</i> .....	47
5.2.2	Benefícios e oportunidades para o envolvimento de <i>stakeholders</i> nas políticas de sustentabilidade.....	47
5.3	Processo de Capacitação.....	49
<b>6</b>	<b>EQUIPA TÉCNICA.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>

## Índice de Figuras

Figura 2.1 - Esquema concetual da vulnerabilidade climática, de acordo com o AR4 do IPCC .....	9
Figura 2.2 - Esquema concetual do Risco climático de acordo com o AR5 do IPCC .....	10
Figura 2.3 - Comparação dos componentes integrantes dos modelos concetuais do IPCC AR4 e IPCC AR5.....	12
Figura 2.4 - Esquema metodológico 'ADAM' para a elaboração do PLAAC-Arrábida .....	14
Figura 4.1 - Curva de predição do modelo de suscetibilidade aos incêndios rurais/florestais na área do PLAAC Arrábida. As linhas a vermelho definem as 5 classes de suscetibilidade identificadas.....	25
Figura 4.2 - Curva de predição do modelo de suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes na área do PLAAC Arrábida. As linhas a vermelho definem as 7 classes de suscetibilidade identificadas .....	29
Figura 5.1 - Cronologia das sessões do Programa de Capacitação enquadradas no PLAAC-Arrábida. ....	53

## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Comparação e associação entre conceitos-chave utilizados no IPCC AR4 e AR5.....	13
Tabela 3.1 - Unidades de relevo que serviram de base à definição das UMC na AML e respetivas funções climáticas .....	17
Tabela 3.2 - Descrição e características das unidades morfoclimáticas presentes na área abrangida pelo PLAAC-Arrábida.....	18
Tabela 3.3 - Parâmetros utilizados na cenarização climática.....	20
Tabela 4.1 - Métodos utilizados na análise e cartografia de perigos climáticos .....	22
Tabela 4.2 - Classificação da suscetibilidade de erosão potencial do solo.....	27
Tabela 4.3 - Definição das classes de suscetibilidade a tempestades de vento .....	35
Tabela 4.4 - Lista de variáveis inicialmente consideradas para a avaliação da criticidade na Área Metropolitana de Lisboa, a que pertence o município de Setúbal .....	37
Tabela 5.1 - Mitos e respetivas respostas relativos à participação ativa em processos de decisão. ....	44
Tabela 5.2 - Organização do Programa de Capacitação de acordo com as fases e tarefas do projeto.....	50

## Acrónimos

°C - graus Celsius

AML - Área Metropolitana de Lisboa

AR - *Assessment Report*

CEDRU - Centro de Estudos e Desenvolvimento Regional e Urbano

DL - Decreto-Lei

EMAAC - Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas

ENA - Agência de Energia e Ambiente da Arrábida

ENAAC 2020 - Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020

FCT-NOVA - NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA

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

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas)

mm - milímetro

ONU - Organização das Nações Unidas

PDCT-AML - Pacto para o Desenvolvimento e Coesão Territorial da Área Metropolitana de Lisboa

PLAAC-Arrábida - Plano Local de Adaptação às Alterações Climáticas da Arrábida

PMAAC-AML - Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa

PO SEUR - Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

RJIGT - Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial

UE - União Europeia

UKCIP - *United Kingdom Climate Impacts Programme*

UMC - Unidade morfoclimática

URCH - Unidades de resposta climática homogénea

UUOS - Unidades de uso e ocupação do solo

W/m<sup>2</sup> - Watt por metro quadrado

WP - *Work Packages*

# 1 ENQUADRAMENTO

## 1.1 Introdução

As alterações climáticas, reconhecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) como variações no clima que contribuem para a alteração da composição global da atmosfera e que podem ser direta ou indiretamente associadas à atividade humana, são uma realidade. Neste sentido, a adoção de estratégias para a adaptação às alterações climáticas surge como uma temática incontornável no quotidiano atual.

Com efeito, de acordo com o quadro da estratégia “Europa 2020”, as alterações climáticas são consideradas uma prioridade política e técnica da União Europeia, sendo, por isso, necessário atuar com urgência, face às realidades e especificidades de cada Estado-membro. Neste contexto, Portugal desenvolveu uma “Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas - ENAAC 2020” e, com base nas orientações emanadas por esta, os 18 municípios da Área Metropolitana de Lisboa (AML) contribuíram para a elaboração do “Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa” (PMAAC-AML).

O PMAAC-AML decorreu de um investimento no “Pacto para o Desenvolvimento e Coesão Territorial da Área Metropolitana de Lisboa” (PDCT-AML), aprovado por unanimidade pelo Conselho Metropolitano de Lisboa e protocolado entre a AML, a Autoridade de Gestão do Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (PO SEUR) e a Autoridade de Gestão do Programa Operacional Regional de Lisboa 2020 (POR Lisboa 2020). O PMAAC-AML resultou de uma estreita articulação entre os 18 municípios associados da AML, a estrutura técnica da AML, e a equipa do consórcio - constituído pelo CEDRU - Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano, WE CONSULTANTS, IGOT-UL - Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa, TIS.pt - Consultores em Transportes e Inovação, e ESRI Portugal - Sistemas e Informação Geográfica.

No seguimento da apresentação do PMAAC-AML e da existência de instrumentos e iniciativas como a ENAAC 2020 e o projeto ClimaAdaPT Local, e com o intuito de atuar a uma escala mais local, surge o Plano Local de Adaptação às Alterações Climáticas da Arrábida (PLAAC-Arrábida). O PLAAC-Arrábida pretende, assim, criar estratégias locais, à escala municipal, de adaptação às alterações climáticas, nos três municípios envolventes da Serra da Arrábida (Palmela, Sesimbra e Setúbal), em estreita articulação com a equipa técnica envolvida (ENA - Agência de Energia e Ambiente da Arrábida, IGOT-UL - Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa e NOVA School of Science and Technology | FCT NOVA).

## 1.2 Objetivos

Os municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal, devido às características geográficas e socioeconómicas do seu território, em extrema proximidade com o Parque Natural da Arrábida, são bastante vulneráveis ao impacto das alterações climáticas. Neste contexto, o PLAAC-Arrábida procura criar estratégias locais de adaptação nos concelhos de Palmela, Sesimbra e Setúbal, através da planificação à adaptação do território e da criação de instrumentos estratégicos, reforçando, assim, a sua resiliência às alterações climáticas, tornando a comunidade mais preparada face aos riscos, diminuindo, igualmente, os impactos gerados pelas alterações na composição global da atmosfera.

Os principais objetivos do PLAAC-Arrábida assentam na redução do risco climático, diminuição de eventuais impactos e promoção da resiliência e adaptação climática local. Para tal, serão criadas as condições à escala municipal, definindo estratégias que aprofundem conhecimento nas temáticas e que sensibilizem, capacitem e envolvam a comunidade local e os *agentes locais*.

Por forma a concretizar e implementar o PLAAC-Arrábida, ao longo dos 18 meses de desenvolvimento do mesmo, este plano encontra-se dividido em seis *Work Packages* (WP) distintos:

- i) WP1: Gestão do Projeto
- ii) WP2: Caracterização e cenarização bioclimática, sociocultural, económica e ecológica
- iii) WP3: Avaliação de impactos e de vulnerabilidades climáticas atuais e futuras
- iv) WP4: Estratégia de adaptação e planos de ação
- v) WP5: Capacitação de organizações locais
- vi) WP6: Comunicação

No presente documento, ao longo da apresentação da abordagem metodológica, os WP2, WP3 e WP4 serão designados por, respetivamente:

- i) Fase 1 - Cenário base de adaptação
- ii) Fase 2 - Impactos e vulnerabilidades
- iii) Fase 3 - Opções de adaptação

Neste guia metodológico para a concretização do PLAAC-Arrábida, são explicitadas as tarefas associadas a cada fase. O presente guia inclui, igualmente, o Programa de Capacitação (englobado no WP5), discriminando o tipo de sessão (reunião ou *workshop*), o respetivo público-alvo e os principais objetivos e resultados esperados associados a cada fase de trabalho.

## 1.3 Princípios

A adoção de metodologias para adaptação às alterações climáticas surge como uma urgente realidade. Para que o presente guia metodológico seja executado com sucesso, é necessário compreender que para se contornar e mitigar as consequências das alterações climáticas, a adaptação às mesmas deve assentar em processos de tomada de decisão perante a incerteza.

Neste sentido, torna-se fundamental reconhecer os quatro pressupostos que caracterizam o processo de adaptação, e que deverão ser tidos em conta, aquando da implementação do presente guia metodológico:

- i) É um processo contínuo, cujas diferentes etapas devem ser continuamente revisitadas, com o objetivo de manter a sua relevância e atualidade;
- ii) É um processo específico, devendo, por isso, focar-se em questões e/ou decisões concretas e atentar em estratégias, planos e tomadas de decisão atualmente em vigor;
- iii) É um processo que deve procurar envolver múltiplos agentes, assim como compreender perspetivas e contextos individuais, reconhecendo sempre a sua influência nos processos de decisão;
- iv) É um processo que necessita ser ajustado temporalmente, ao longo da implementação da decisão, com base nos resultados decorrentes da mesma.

Em adição aos supramencionados pressupostos, é igualmente importante para cada um dos três municípios envolvidos no PLAAC-Arrábida compreender e adotar as medidas adequadas que contribuam para uma correta gestão do território face aos riscos climáticos que enfrenta e/ou enfrentará, direta ou indiretamente, e que são cada vez mais frequentes. Os municípios devem, assim, tomar decisões que resultem em consequências evidentes, a médio e longo prazos, para o uso e ocupação do solo, utilização de recursos, dotação de equipamentos e infraestruturas, conseguindo, também, responder às necessidades específicas da população.

O processo de adaptação às alterações climáticas representa uma oportunidade para a adaptação dos processos de planeamento e gestão territorial, contribuindo para o aumento da capacidade de resposta das comunidades locais, assim como dos próprios territórios. Adicionalmente, o plano de contingência e a gestão de respostas às consequências dos eventos climáticos extremos também sofrerá melhorias com o processo de adaptação.

Todo o procedimento de adaptação às alterações climáticas poderá, ainda, promover novas oportunidades, de cariz ambiental, social, económico e/ ou social. Em suma, a adoção de medidas de adaptação procura não só minimizar os atuais impactos e expectáveis subsequentes, como também potenciar novas oportunidades que possam surgir para o território e setores de atividade, como resultado da implementação das mesmas. A implementação bem-sucedida do PLAAC-Arrábida apresenta-se, portanto, como um elemento essencial ao combate às alterações climáticas - para a qual a aplicação do presente guia metodológico será essencial.

## 2 MODELO CONCEPTUAL E ESTRATÉGIA PARA A ADAPTAÇÃO MUNICIPAL

### 2.1 Modelo Conceptual do PLAAC-Arrábida

A abordagem metodológica do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas – Área Metropolitana de Lisboa (PMAAC-AML) baseou-se num quadro concetual estabelecido por Fritzsche *et al.*, (2014), articulado com os conteúdos do *Fourth Assessment Report* (AR4) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), produzido em 2007. Este quadro concetual está sistematizado na figura 2.1 e foi seguido, por exemplo, no projeto ClimAdaPT.Local.

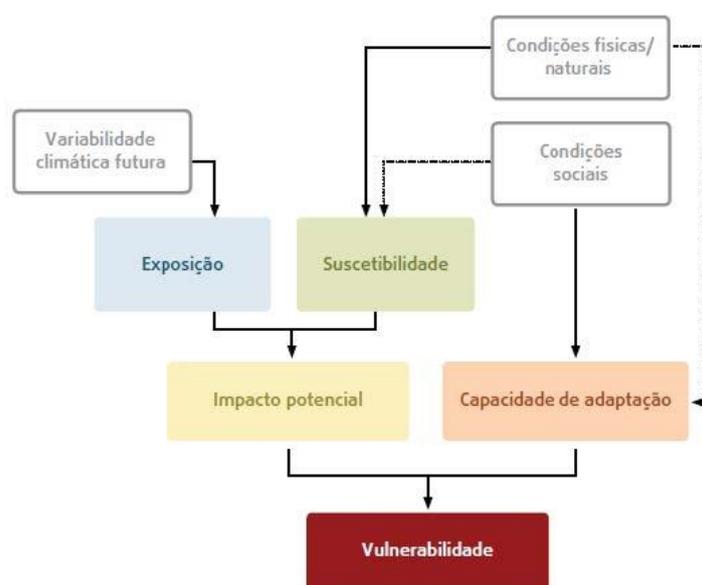


Figura 2.1 - Esquema concetual da vulnerabilidade climática, de acordo com o AR4 do IPCC (adaptado de Fritzsche *et al.*, 2014 e Projeto ClimAdaPT.Local, 2015)

No entanto, no *Fifth Assessment Report* (AR5) do IPCC, divulgado em 2014, o conceito de vulnerabilidade climática foi substituído pelo conceito de risco de impactos decorrentes das alterações climáticas (*risk of climate change impacts*).

Este conceito de risco foi adotado a partir da abordagem e práticas de avaliação de risco realizadas desde há décadas pela comunidade científica da redução de risco de desastres. Ao adotar o conceito de risco em 2014, o IPCC decidiu:

- reconhecer que uma larga proporção dos impactos interrelacionados no âmbito das alterações climáticas é desencadeada por eventos perigosos (*hazard events*), cuja abordagem é mais adequada pelo conceito de risco;
- encorajar a comunidade de investigação em alterações climáticas a determinar as potenciais consequências das alterações climáticas no quadro da avaliação do risco; e

- contribuir para a integração de dois domínios de investigação complementares: a adaptação às alterações climáticas (*Climate Change Adaptation* - CCA) e a redução do risco de desastres (*Disaster Risk Reduction* - DDR).

Por conseguinte, o conceito de risco considerado no IPCC AR5 não introduz apenas novos termos e novas definições para termos antigos, mas segue uma filosofia subjacente diferente. Este facto foi reconhecido pela equipa responsável pelo esquema concetual da vulnerabilidade climática, o que a levou a produzir um **Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook, em 2017** (GIZ & EURAC, 2017). Este suplemento de Risco, articulado com o IPCC AR5 atualmente em vigor em termos internacionais, constituirá o quadro concetual que suporta o PLAAC-Arrábida.

O esquema concetual do IPCC AR5 foi desenvolvido em torno do conceito central de “Risco” (e não vulnerabilidade, como no AR4). Nesta conceção, o risco dos impactos relacionados com o clima resulta da interação entre os perigos climáticos (incluindo processos perigosos desencadeados por elementos climáticos, como cheias, erosão e instabilidade de vertentes), a exposição e a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais (figura 2.2).

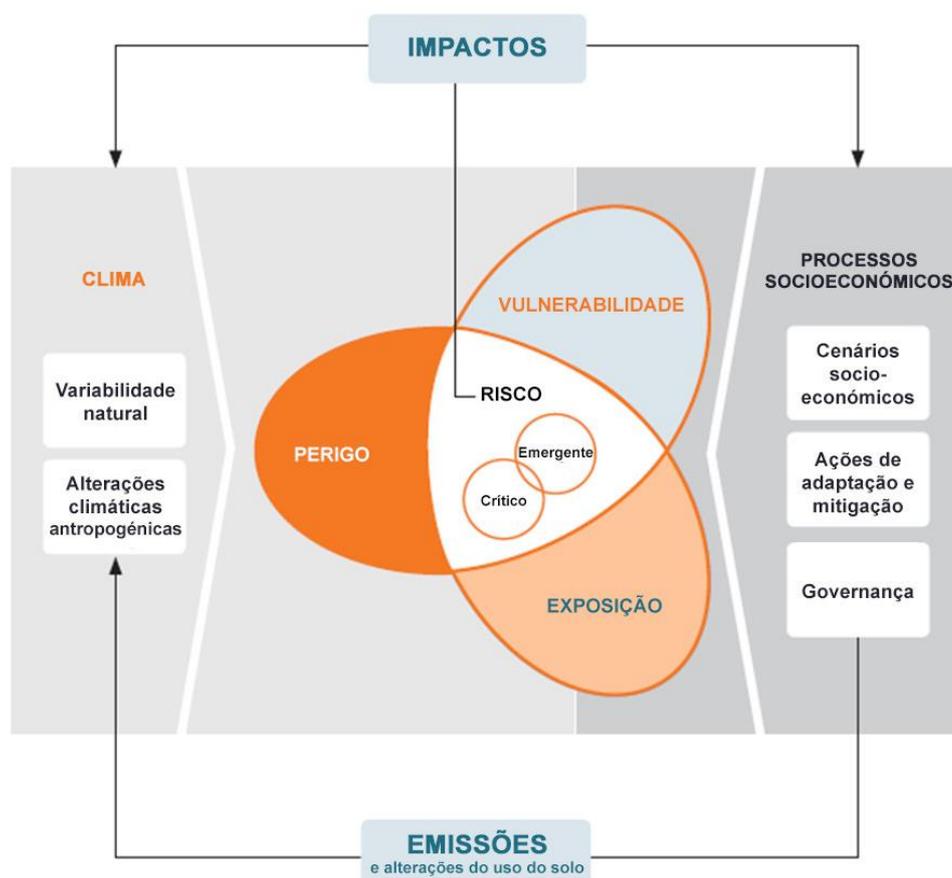


Figura 2.2 - Esquema concetual do Risco climático de acordo com o AR5 do IPCC (Fonte: IPCC, 2014, p.1046)

Neste novo esquema concetual destacam-se alguns **conceitos-chave**:

### RISCO

O potencial de consequências [= impactos] resultantes da ocorrência de um ou vários processos perigosos. O risco resulta da interação da vulnerabilidade, exposição e perigo.

### PERIGO, PERIGOSIDADE

A ocorrência potencial de um evento físico (e.g. precipitação intensa) ou impacto físico (e.g. cheia decorrente da precipitação intensa), de origem natural ou induzido pelo homem, que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como danos e perdas em bens, infraestruturas, meios de subsistência, ecossistemas, recursos ambientais e interrupção na prestação de serviços essenciais.

### EXPOSIÇÃO

A presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestruturas, ou bens económicos, sociais ou culturais em locais que possam ser adversamente afetados por perigos [climáticos].

### VULNERABILIDADE

A propensão ou predisposição para ser afetado negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo a sensibilidade a danos e a falta de capacidade.

A **sensibilidade** é determinada por fatores que influenciam a magnitude das consequências de um perigo. A sensibilidade pode incluir atributos físicos de um sistema (por exemplo, material de construção de casas, tipo de solo nos campos agrícolas), atributos sociais, económicos e culturais (por exemplo, estrutura etária, estrutura de rendimentos).

A **capacidade** no contexto da avaliação dos riscos climáticos refere-se à capacidade das sociedades e comunidades para se prepararem e responderem aos impactos climáticos atuais e futuros. A capacidade inclui duas componentes:

- **Capacidade de resposta** - A capacidade das pessoas, instituições, organizações e sistemas, para enfrentar, gerir e superar condições adversas a curto e médio prazo, utilizando as competências, valores, crenças, recursos e oportunidades disponíveis (por exemplo, sistemas de alerta precoce);
- **Capacidade de adaptação** - A capacidade dos sistemas, instituições, seres humanos e outros organismos de se ajustarem a potenciais danos, de tirarem partido das oportunidades, ou de responderem às consequências.

### IMPACTOS

Consequências nos sistemas naturais e humanos, decorrentes de eventos climáticos extremos e das alterações climáticas. Os impactos referem-se a efeitos sobre vidas, vivências, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestruturas devido à interação de alterações climáticas ou de eventos climáticos perigosos com a vulnerabilidade de uma sociedade ou sistema exposto.

A figura 2.3 sistematiza as principais diferenças e possíveis associações entre os dois modelos concetuais associados ao IPCC AR5 (à direita na figura) e IPCC AR4 (à esquerda na figura).



Figura 2.3 - Comparação dos componentes integrantes dos modelos conceituais do IPCC AR4 e IPCC AR5  
(Fonte: GIZ & EURAC, 2017)

Ambas as abordagens identificam componentes que conduzem a consequências negativas sobre sistemas naturais ou sociais, decorrentes dos efeitos das alterações climáticas e de eventos climáticos extremos. Ambas as abordagens identificam **causas externas relacionadas com o clima** ('perigo' no AR5; 'exposição' no AR4). As **propriedades internas inerentes aos sistemas socioecológicos** estão também identificadas ('vulnerabilidade' no AR5; sensibilidade e capacidade adaptativa no AR4). Adicionalmente, a abordagem do AR5 considera explicitamente a presença e a relevância dos **elementos expostos** como uma componente essencial (no AR4 estavam apenas implicitamente incluídos na sensibilidade). Independentemente do modelo conceptual a imagem que conduz ao resultado final apenas se consegue com a **combinação de todos os componentes**: 'risco' em AR5; 'vulnerabilidade' em AR4.

A tabela 2.1 fornece uma visão geral dos diferentes significados dos termos-chave utilizados na abordagem conceptual atual (IPCC AR5) e a comparação com a anterior (IPCC AR4).

Tabela 2.1 - Comparação e associação entre conceitos-chave utilizados no IPCC AR4 e AR5  
(Fonte: GIZ & EURAC, 2017)

	Exemplo	AR 4	AR 5
Sinais climáticos externos	Precipitação reduzida	Exposição	Perigosidade (sinal climático)
Impactos físicos diretos	Seca	Impacto Potencial	Perigosidade (impacto físico direto)
Atributos internos: Sensibilidade	Tipo de colheita	Sensibilidade	Vulnerabilidade (sensibilidade)
Atributos internos: Capacidade	Conhecimento em gestão da água	Capacidade de adaptação	Vulnerabilidade (capacidade)
Presença e relevância dos elementos expostos	Relevância da agricultura de pequena escala na região	Incluído implicitamente na sensibilidade	Exposição
Resultado final	Escassez de água em explorações agrícolas de pequena dimensão	Vulnerabilidade	Risco

## 2.2 Estratégia para a Adaptação Municipal

A metodologia a utilizar para a elaboração do PLAAC-Arrábida é aquela que foi adotada no projeto ClimAdaPT.Local, bem como no PMAAC-AML. Esta abordagem metodológica foi desenvolvida e adaptada à realidade portuguesa a partir da metodologia *Adaptation Wizard*, desenvolvida no âmbito do UKCIP (*UK Climate Impacts Programme*).

A metodologia *Adaptation Wizard* foi desenvolvida e testada de forma a providenciar um instrumento robusto para o planeamento em adaptação, tendo sido já testada noutros países, nomeadamente na Alemanha, na Austrália e nos Estados Unidos da América.

A adaptação da metodologia do UKCIP foi denominada, no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local, como ferramenta de 'Apoio à Decisão em Adaptação Municipal' (ADAM), tendo sido desenvolvida para servir de base metodológica ao desenvolvimento das Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) dos municípios que integraram o projeto, assim como do PMAAC-AML.

Esta metodologia pressupõe a utilização de princípios básicos de tomada de decisão e de análise de risco, procurando responder a duas questões-chave:

- i) Quais são os perigos e riscos climáticos relevantes no território, no presente e no futuro?
- ii) Que opções de adaptação são necessárias e como e quando deverão ser implementadas?

Neste contexto, a metodologia adotada integra uma série de etapas encadeadas que contemplam (figura 2.4):

- A identificação do problema e dos objetivos, sustentada na contextualização climática (clima atual e cenários climáticos futuros);
- A identificação e análise dos perigos e riscos atuais e futuros;
- A identificação e avaliação de um conjunto de opções, medidas e ações de adaptação;
- A tomada de decisão que garanta a implementação das opções, medidas e ações de adaptação;
- A monitorização da decisão e a recolha de nova informação que realmente o processo analítico e decisório.

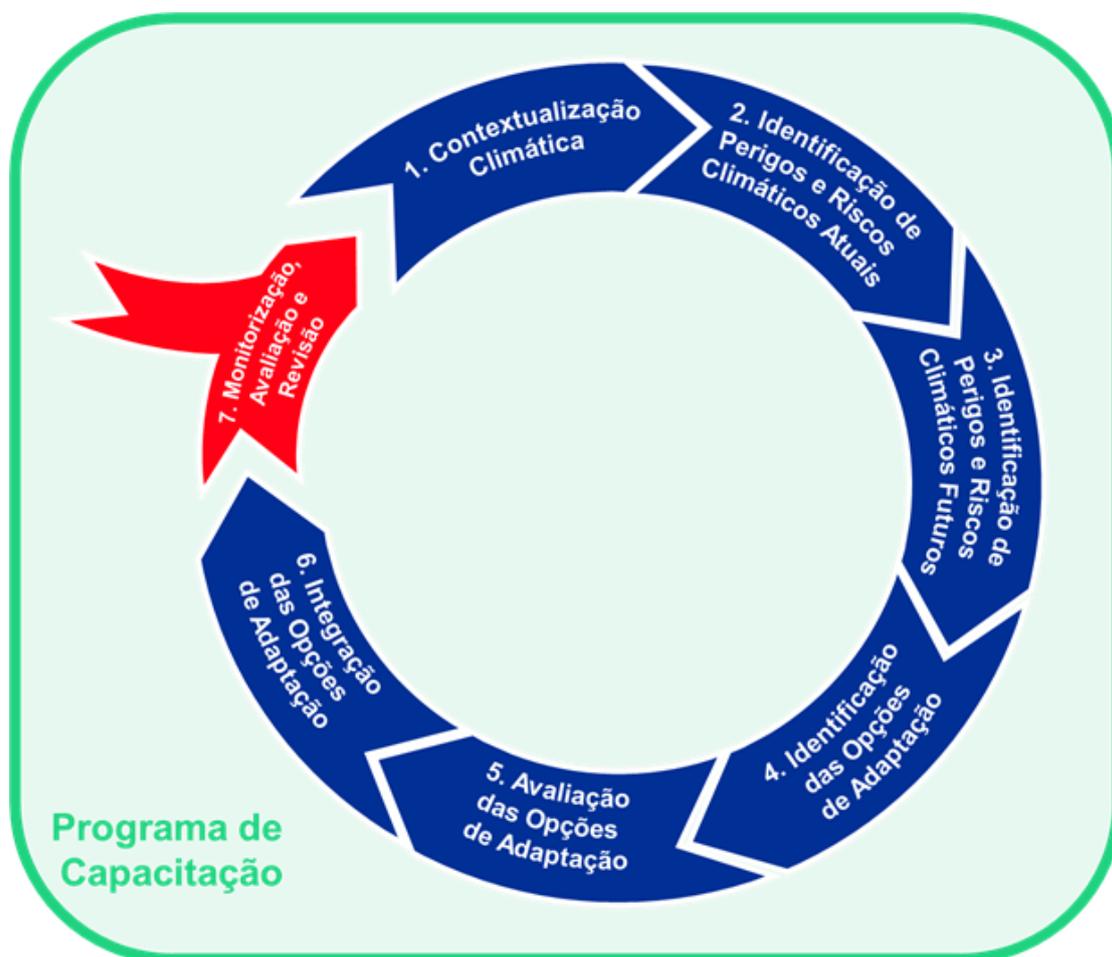


Figura 2.4 - Esquema metodológico 'ADAM' para a elaboração do PLAAC-Arrábida  
(Fonte: adaptado de PMAAC-AML, 2019)

## 3 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA

### 3.1 Introdução

A abordagem conceitual e metodológica utilizada no PLAAC-Arrábida acompanha a realizada no PMAC-AML. Atualmente, os modelos climáticos estão já suficientemente desenvolvidos para darem respostas objetivas, associados a cenários realistas de emissão futuras de gases com efeito de estufa, sendo possível implementar metodologias de avaliação das condições presentes e futuras do clima, apoiadas em ferramentas basilares da ciência das alterações climáticas.

No entanto, estas ferramentas, onde se incluem os cenários e os modelos de projeções futuras, apresentam uma resolução, em geral, na ordem da dezena de quilómetros, com uma componente de incerteza elevada. Pela sua natureza espacial (em grelha) não permitem reproduzir fielmente a variabilidade e a diversidade topoclimática de um território, que depende, entre outros fatores, do relevo e da cobertura do solo.

Para suprir esta lacuna, os modelos de escala topoclimática asseguram a conservação das variáveis territoriais e possibilitam uma caracterização climática mais conforme à diversidade territorial.

Neste contexto, as unidades de resposta climática homogénea (URCH) correspondem a áreas homogéneas em termos de topografia, exposição e ventilação natural que, dependendo da diversidade dos tipos de uso e ocupação do solo, interagem de modo particular com a camada limite da atmosfera, traduzindo a variedade dos climas locais de uma região nas escalas locais e regional.

As URCH resultam do cruzamento entre as unidades morfoclimáticas (UMC) e as unidades de uso e ocupação do solo (UUOS). As UMC distinguem-se pela maior ou menor predominância de diferentes unidades de relevo com características e funções específicas: vales e depressões, serras e colinas, planícies e plataforma litoral (Tabela 3.1). As UUOS são definidas em função da interferência das formas e tipos de ocupação do solo nas condições de ventilação, nos balanços radiativo e energético na camada limite atmosférica.

Os tipos de ocupação do solo podem ser diversos e a sua função climática depende das características térmicas, propriedades refletivas (cor e albedo), rugosidade aerodinâmica, conteúdo de água e biomassa. Nas escalas locais (com dimensões horizontais entre as centenas a milhares de metros e movimentos verticais confinados sobretudo à camada limite atmosférica - na ordem das centenas de metros), as respostas climáticas são diferentes nas seguintes classes:

- Áreas florestais, de matas mais ou menos densas, formadas por espécies folhosas e coníferas – normalmente, a vegetação arbórea que as compõem possui elementos com altura superior a 20 metros e fraca permeabilidade ao vento na zona do fuste. Constituem normalmente áreas de rugosidade aerodinâmica ( $z_0$ ) superior a 0,7 m. Normalmente, correspondem a espaços mais frescos devido ao sombreamento (diminuição da radiação solar direta) e ao fenómeno de evapotranspiração que reduz a temperatura do ar;
- Outros espaços cultivados ou com vegetação herbácea – que dispõem de uma rugosidade aerodinâmica menor (normalmente inferior a 0,2 m) e mais bem ventilados do que os espaços florestados. Apesar de

ocorrer evapotranspiração (dependendo da quantidade de biomassa verde), o seu potencial de arrefecimento é menor;

- Áreas urbanas de densidade variada e com rugosidade aerodinâmica superior a 0,5 m (nas áreas de menor densidade), mas frequentemente acima de 1 m (nas áreas mais densas), onde a velocidade do vento é reduzida pelo atrito provocado pelos elementos urbanos, apesar de, à microescala, nalgumas ruas poderem verificar-se acelerações devido ao efeito de canalização (*venturi*). Estas acelerações ocorrem por exemplo em áreas de estreitamento e esquinas de edifícios, sobretudo nas ruas alinhadas e mais expostas aos ventos dominantes. Devido a vários fatores, como a geometria urbana, solos e superfícies seladas impermeáveis, cores dos edifícios que promovem a retenção de calor, emissões poluentes e de calor antrópico, pouca vegetação e diminuição do efeito de advecção e velocidade do vento, formam-se normalmente ilhas de calor urbano, onde se podem registar entre 3°C e 6°C (valores médios obtidos a partir de estudos em cidades portuguesas) de diferença entre os locais mais aquecidos de áreas densas e os mais frescos nos arredores.
- Planos de água/albufeiras, áreas de forte evaporação, sobretudo com temperaturas elevadas, dispendo de condições potenciais para arrefecimento e elevação da humidade atmosférica, para além do plano de água. Potencial para a formação de nevoeiros, diminuição das amplitudes térmicas, formação de brisas locais e modificação dos fluxos de calor latente.

Sendo a AML uma região fortemente urbanizada e com uma grande diversidade de paisagens humanizadas e naturais (ou naturalizadas), no PMAAC (2018) verificou-se a necessidade de definir as diferentes áreas de uso e ocupação do solo em termos climáticos locais, com base na delimitação de *Local Climate Zones* (LCZ), segundo a metodologia proposta por Steward e Oke (2012). Neste contexto, as tendências evolutivas do clima atual, apresentadas neste estudo, procuram atender à sua complexa diversidade regional, assentando numa abordagem através de unidades morfoclimáticas, definidas em função da atuação de fatores associados ao papel do relevo. Este mosaico de climas regionais foi analisado de modo objetivo, recorrendo à recolha e exploração de informação climática com resolução espacial e temporal tão fina quanto foi possível obter.

A análise da configuração das grelhas dos dados climáticos e da sua sobreposição às unidades morfoclimáticas (UMC) foi determinante para avaliar se as mesmas permitem, de forma adequada, quantificar os resultados da presente seção deste relatório. A transposição para a escala municipal das tendências climáticas futuras baseia-se nas principais unidades morfoclimáticas e na sua representatividade no município.

**Tabela 3.1 - Unidades de relevo que serviram de base à definição das UMC na AML e respetivas funções climáticas**  
*Fonte: PMAAC, 2018*

Unidade de relevo	Definição
<b>Vales e depressões</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas onde se formam sistemas de brisas decorrentes de contrastes térmicos locais.</li> <li>• A acumulação de ar frio (denominado “lago de ar frio”) ocorre frequentemente no inverno, especialmente durante as noites anticiclónicas com o forte arrefecimento radiativo das superfícies.</li> <li>• Nos fundos dos vales e nas vertentes formam-se brisas de montanha descendentes (drenagem de ar frio e sistemas de ventos catabáticos). Em altitude, contracorrentes de drenagem fecham um ciclo de aquecimento superior e arrefecimento na superfície. Quando este sistema de brisas ocorre formam-se cinturas térmicas (atmosfera junto ao solo mais aquecida) nas partes superiores ou intermédias dos vales.</li> <li>• Sob o ponto de vista das funções climáticas destes sistemas, o aumento da frequência de nevoeiro e dos dias de geada durante a estação fria pode fazer perigar a circulação rodoviária e as culturas mais sensíveis.</li> <li>• Como são sistemas locais de recirculação, podem ocorrer situações agravadas quando há emissões excessivas de poluentes, empobrecendo a qualidade do ar junto ao solo, por baixo da camada de inversão térmica.</li> <li>• Nas noites de verão, essa circulação pode refrescar o ambiente e beneficiar termicamente os locais com ocupação humana. Neste caso, a função climática traduz-se num fator de alívio do stresse térmico humano.</li> <li>• No verão, os fundos dos vales perpendiculares ao vento dominante (normalmente menos bem ventilados) podem estar mais aquecidos, sendo normalmente áreas de maior stresse térmico.</li> </ul>
<b>Serras e colinas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas bem ventiladas, quando não têm uma ocupação do solo que aumente demasiado o atrito entre o deslocamento do ar e a superfície.</li> <li>• Quando a rugosidade aerodinâmica é baixa (<math>z_0 &lt; 0,1</math> m), a velocidade do vento pode sofrer acelerações a barlavento e nos topos mais elevados dos relevos. Dependendo da direção predominante do vento, do ângulo que é formado entre o fluxo e o alinhamento dos relevos, e a velocidade de escoamento do ar, podem formar-se zonas de turbulência mais ou menos complexas, sobretudo na zona de cavidade do fluxo a sotavento.</li> <li>• O vento, desde que não escoe em sistemas de circulação fechada (normalmente, em brisas), é considerado um fator eficaz de dispersão de poluentes atmosféricos. Áreas com maior velocidade do vento estão associadas a URCH com potencial de arrefecimento pelo vento.</li> <li>• As serras e colinas induzem modificações dinâmicas nos fluxos atmosféricos com efeitos na nebulosidade e na precipitação, especialmente quando aqueles envolvem massas de ar húmido e instável.</li> <li>• As vertentes mais expostas aos fluxos húmidos dominantes (NW), sobretudo as de desnível mais acentuado, bem como as áreas culminantes e mais elevadas das serras e colinas, registam condições mais frequentes de nebulosidade e incremento na precipitação.</li> </ul>
<b>Planícies e plataforma litoral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pela sua proximidade ao oceano, são áreas com maior frequência de ocorrência de nevoeiros litorais e mistos (de advecção e irradiação), com verões frescos e invernos tépidos ou moderados e pela penetração de brisas de mar que geralmente transportam humidade e refrescam a ambiência atmosférica.</li> <li>• Estas influências terminam geralmente nos relevos marginais que se opõem à penetração das massas de ar marítimo.</li> </ul>

## 3.2 Unidades de Resposta Climática Homogénea (URCH)

### 3.2.1 Unidades morfoclimáticas

Tendo em conta o PMAAC (2018), os contrastes de relevo no território da AML asseguram uma diversidade de climas regionais e locais. No território abrangido pelos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal destacam-se quatro unidades morfoclimáticas distintas, cujas designações se mantêm, respeitando as originais do PMAAC: ‘Península de Setúbal’, ‘Serras e Colinas da Estremadura’, ‘Vales do Tejo e Sado’ e ‘Peneplanície’. As características climáticas de cada unidade morfoclimática estão sintetizadas na Tabela 3.2.

**Tabela 3.2 - Descrição e características das unidades morfoclimáticas presentes na área abrangida pelo PLAAC-Arrábida**  
Fonte: PMAAC, 2018

Unidade morfoclimática	Características climáticas
<b>Península de Setúbal (PS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verão quente (temperatura média no mês mais quente <math>\geq 22^{\circ}\text{C}</math>);</li> <li>• Inverno ténido ou moderado (média das temperaturas mínimas no mês mais frio rondando <math>7^{\circ}\text{C}</math>), com ausência ou muito fraca ocorrência de dias com geada;</li> <li>• Precipitação anual moderada a reduzida (650-700 mm) e dias chuvosos pouco frequentes (&lt;80 dias/ano).</li> </ul>
<b>Serras e Colinas da Estremadura (SCE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verão fresco (temperatura média no mês mais quente <math>&lt; 22^{\circ}\text{C}</math>);</li> <li>• Inverno ténido ou moderado (média das mínimas no mês mais frio rondando <math>7^{\circ}\text{C}</math>);</li> <li>• Precipitação anual elevada (&gt;800 mm) e dias chuvosos frequentes (&gt;90 dias/ano);</li> <li>• Elevada frequência de dias de forte nebulosidade, sobretudo no inverno e em locais e vertentes mais expostas aos fluxos de ar marítimo;</li> <li>• Forte predominância de vento de N e de NW e frequência de ventos fortes no verão (Nortada).</li> </ul>
<b>Vales do Tejo e do Sado (VTS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verão quente (temperatura média no mês mais quente <math>\geq 22^{\circ}\text{C}</math>) com frequência relativamente elevada de dias de verão (mais de 110 dias/ano, em média) e de dias muito quentes (6 dias/ano, em média);</li> <li>• Inverno moderado (temperatura mínima no mês mais frio entre <math>6</math> e <math>7^{\circ}\text{C}</math>);</li> <li>• Precipitação anual reduzida (&lt; 650 mm) e dias chuvosos pouco frequentes (<math>\approx 80</math> dias/ano).</li> </ul>
<b>Peneplanície (PP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima com mais forte feição continental;</li> <li>• Verão quente (T média mês mais quente <math>\geq 22^{\circ}\text{C}</math>) com frequência relativamente elevada de dias de verão (mais de 120 dias/ano, em média) e de dias muito quentes (10/ano, em média);</li> <li>• Inverno moderado a fresco (T mínima mês mais frio próximo de <math>5^{\circ}\text{C}</math>) mas com alguns dias de geada;</li> <li>• Precipitação anual reduzida (&lt;700 mm) e dias chuvosos pouco frequentes (&lt;80 dias/ano).</li> </ul>

### 3.2.2 Local Climate Zones (LCZ)

Sendo a base de delimitação das URCH o cruzamento das UMC com a ocupação do solo é fundamental conhecer as suas funções climáticas e as limitações que poderão decorrer de fenómenos extremos. Essas funções dependem das características térmicas, propriedades refletivas (cor e albedo), rugosidade aerodinâmica, conteúdo de água e biomassa.

O processo de identificação de LCZ assenta em duas grandes etapas: a primeira onde se identificam as áreas urbanas e se faz a caracterização de acordo com as densidades, entendidas pela sua massa (volumétrica) edificada por unidade volumétrica; a segunda em que se levantam as restantes áreas, artificializadas (vias de comunicação, pistas aeroportuárias) e naturais ou naturalizadas (espaços florestados, matos dispersos, prados, planos de água, incluindo sapais), e são classificadas as suas funções climáticas, isto é, áreas livres de obstáculos que possibilitam a ventilação natural. Na primeira etapa, a informação foi obtida através do programa *Copernicus Land Monitoring Service*, tendo-se recorrido ao nível de dados *Building Height 2012* do *Urban Atlas 2012*. A informação extraída foi tratada espacialmente considerando as unidades espaciais da BGRI - Base Geográfica de Referência de Informação. Na segunda etapa utilizou-se a Carta de Ocupação do Solo - COS 2010 (AML: folha V1-PT170), por se considerar que a sua qualidade é superior à restante informação existente.

### 3.3 CENARIZAÇÃO CLIMÁTICA

A cenarização climática para o PLAAC-Arrábida baseia-se nos resultados do PMAAC (2018), onde foi recolhida e tratada informação climática futura (projeções) com recurso a diferentes modelos e para diferentes cenários climáticos – *Representative Concentration Pathway* (RCP) que estabiliza o forçador radiativo em  $4,5 \text{ W/m}^2$  e  $8,5 \text{ W/m}^2$ , respetivamente designados como os cenários RCP 4.5 e 8.5 –, servindo como informação de base para a identificação das possíveis alterações no clima futuro.

Um cenário climático é uma simulação numérica do clima no futuro, baseada em modelos de circulação geral da atmosfera e na representação do sistema climático e dos seus subsistemas (adaptado do IPCC, 2013).

As projeções climáticas utilizam cenários de concentrações de gases de efeito de estufa (GEE) como dados de entrada (inputs) nos modelos climáticos, designados por *Representative Concentration Pathways* (RCP) (IPCC, 2013). Estes cenários representam emissões esperadas de GEE em função de diferentes evoluções futuras do desenvolvimento socioeconómico global.

Atualmente a concentração de CO<sub>2</sub> é de 400 ppm (partes por milhão), tendo sido considerados dois cenários neste estudo:

- RCP 4.5 – que pressupõe uma trajetória de aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico até 520 ppm em 2070, com incremento menor até 2100;
- RCP 8.5 – que pressupõe uma trajetória semelhante ao cenário RCP 4.5 até 2050, mas com posterior aumento intensificado, atingindo uma concentração de CO<sub>2</sub> de 950 ppm em 2100.

A informação utilizada neste trabalho está disponível em duas fontes fundamentais:

- IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera (através do ‘Portal do Clima’). A informação do projeto ‘Portal do Clima’ fornece dados de projeções climáticas do IPCC AR5 (projeto CORDEX) com desagregação em diferentes períodos de tempo, bem como a estimativa de indicadores agregados;
- EURO-CORDEX: *Coordinated Downscaling Experiment - European Domain*, projeto que corresponde ao ramo europeu da iniciativa do *World Climate Research Programme* (WCRP, WMO), destinada a desenvolver projeções climáticas regionais para todo o mundo, no âmbito do IPCC AR5. No sítio do EURO-CORDEX está detalhada toda a informação relativa às simulações para o domínio europeu, dos diferentes modelos regionais disponíveis.

Os dados para a cenarização foram descarregados do sítio do ‘Portal do Clima’, exceto os parâmetros necessários para o cálculo de índices e indicadores bioclimáticos à escala diária, disponíveis no sítio IS ENES, Climate4impact portal. Os dados estão disponíveis em malhas regulares rodadas, em formato netCDF (*Network Common Data Form*), com uma resolução espacial de 0,11° (aproximadamente 11 km de espaçamento entre pontos da grelha).

Na cenarização do clima futuro utilizou-se o *ensemble* dos modelos climáticos regionais, a partir do *ensemble* dos modelos globais, disponíveis no Portal do Clima, para dois períodos futuros até ao final do século (2041-70 e 2071-2100).

As séries diárias de modelos regionais do CORDEX5 foram ainda recolhidas para a determinação de ondas de calor e de frio e de séries do indicador bioclimático UTCI para o clima futuro (2041-70 e 2071-2100). Estas séries encontram-se disponíveis, com correção de viés, e permitiram constituir um *ensemble* dos modelos regionalizados adotados no projeto ClimAdaPT.Local:

- Modelo 1: SMHI-RCA4 (regional), a partir do MOHC-HadGEM2 (global); e,
- Modelo 2: KNMI-RACMO22E (regional), a partir do ICHEC-EC-EARTH (global).

Adicionalmente, foram recolhidos e analisados os dados dos valores das anomalias das médias projetadas relativamente aos valores médios do período histórico simulado (período 1971-2000) pelos mesmos modelos

regionalizados. Toda esta informação foi recolhida nas escalas anual, sazonal e mensal, e foram tratados os parâmetros das variáveis climáticas descritos na Tabela 3.3.

A análise das projeções climáticas até ao final do século compreendeu a espacialização das anomalias projetadas e a caracterização da sua diversidade espaço-temporal. A apresentação dos resultados apoiar-se-á nas unidades morfoclimáticas (UMC), de forma a sintetizar os contrastes regionais do clima futuro projetado; complementarmente, serão referidas particularidades locais dessas condições, relacionadas com distintas ocupações do solo e densidades urbanas (URCH).

**Tabela 3.3 - Parâmetros utilizados na cenarização climática**  
Fonte: PMAAC, 2018

Parâmetros térmicos	Parâmetros pluviométricos	Parâmetros anemométricos
Temperatura média	Precipitação acumulada	Vento (velocidade média a 10 m)
Temperatura máxima (Tx)	Nº dias de P ≥ 1 mm	Nº de dias de vento moderado (5 m/s ≤ U < 10,8 m/s)
Temperatura mínima (Tn)	Nº dias de P ≥ 10 mm	Nº de dias de vento muito forte (≥ 10,8 m/s)
Nº dias muito quentes (Tx ≥ 35°C)	Nº dias de P ≥ 20 mm	
Nº dias de verão (Tx ≥ 25°C)	Nº dias de P ≥ 50 mm	
Nº noites tropicais (Tn ≥ 20°C)	SPI - Índice de Seca	
Nº dias em onda de calor (EHF)		
Nº dias em onda de frio (ECF)		
Nº dias de geada (Tn < 0°C)		
UTCI (0C) – Índice de conforto bioclimático		

# 4 AVALIAÇÃO DE IMPACTES E DE RISCOS ATUAIS E FUTUROS

## 4.1 Avaliação dos impactes climáticos atuais e análise da sensibilidade

Para a avaliação dos impactos atuais do clima procedeu-se a um levantamento sistemático de informação sobre os resultados dos eventos climáticos extremos que afetaram os 3 municípios do território Arrábida no período 2000-2020. Este levantamento foi realizado pelos serviços técnicos dos 3 municípios, através de pesquisa em relatórios e em registos internos dos serviços municipais, em particular dos serviços municipais de proteção civil, nos arquivos municipais, em artigos da imprensa local, regional e nacional publicados *online*, e em relatórios do Centro Distrital de Operações de Socorro e corporações de bombeiros.

A informação disponibilizada pelos serviços técnicos dos 3 municípios não reporta impactos resultantes de ondas de calor e secas, que são processos perigosos mais extensivos no território e não exigem uma resposta imediata dos serviços de proteção civil e emergência, mas induzem impactos nas populações, recursos e atividades económicas. A equipa do IGOT-ULisboa realizou uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos e de relatórios do IPMA para a identificação dos eventos climáticos de tempo quente e seco e de escassez de precipitação, que afetaram o território Arrábida no período 2000-2020 e se traduziram em ondas de calor e episódios mais ou menos prolongados de seca.

A informação recolhida foi sistematizada numa base de dados designada Perfil de Impactes Climáticos (PIC), que compilou todas as informações sobre eventos meteorológicos extremos com impactes no município. 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 o município no período 2000-2020 e dos processos perigosos desencadeados por esses eventos;
- Consequências para o território (tipo de consequências, locais afetados e a sua evolução temporal).

A sensibilidade climática é definida como "o grau em que um sistema é afetado, quer negativamente ou beneficemente, por estímulos relacionados com o clima" (PMAAC, 2018). O efeito pode ser direto (por exemplo, mudança no rendimento das culturas em resposta a uma alteração na temperatura) ou indireto (por exemplo, danos causados por um aumento na frequência de inundações costeiras devido à subida do nível do mar).

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/elementos expostos de forma diferente consoante as características do território.

A avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos foi realizada tendo por base análise bibliográfica, nas relações de causalidade existentes entre os eventos climáticos e processos perigosos desencadeados por estes, identificando-se a sensibilidade potencial dos setores estratégicos identificados no PMAAC (2018): agricultura e

florestas, biodiversidade e paisagem, economia, energia e recursos energéticos, recursos hídricos, saúde humana, segurança de pessoas e bens, transportes e comunicações e zonas costeiras e mar.

## 4.2 Avaliação de Perigos Atuais e Futuros

### 4.2.1 Introdução

A análise e cartografia de perigos climáticos atuais e futuros foi concretizada para um conjunto de processos físicos com incidência relevante no Território Arrábida e cuja ocorrência é influenciada por parâmetros climáticos. A avaliação da incidência espacial dos perigos climáticos foi sustentada pela aplicação de métodos técnico-científicos reconhecidos, ajustados a uma análise à escala municipal e aos dados disponíveis, tendo sido realizada separadamente para cada tipo de processo (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1 - Métodos utilizados na análise e cartografia de perigos climáticos**

Processo Perigoso	Método de avaliação
Incêndios rurais/florestais	Método estatístico: <i>Likelihood Ratio</i>
Erosão hídrica do solo	Equação Universal de Perda de Solo (erosão potencial)
Instabilidade de vertentes	Método estatístico: Valor Informativo
Inundações fluviais e estuarinas	Modelação hidro-geomorfológica + PGRI + ZAC municipais + Delimitação da cheia centenária (LNEC)
Inundações e galgamentos costeiros	Trabalhos promovidos pela APA que sustentaram os POC
Erosão costeira e recuo de arribas	Trabalhos promovidos pela APA que sustentaram os POC
Calor excessivo	Modelação espacial dos dias muito quentes
Secas	Índice SPI ( <i>Standardized Precipitation Index</i> )
Tempestades de vento	Modelação <i>WASP Eng</i>

Como regra, a cartografia dos perigos climáticos atuais foi efetuada a partir da delimitação direta das áreas afetadas pelos processos perigosos considerados ou com recurso a métodos indiretos de zonamento, isto é, métodos quantitativos ou semi-quantitativos que se baseiam na análise das causas dos processos perigosos.

Para cada perigo climático foram identificadas as áreas mais críticas afetadas pelo processo. Nos casos dos incêndios rurais/florestais, da erosão hídrica do solo e da instabilidade de vertentes, as áreas mais críticas foram definidas como os espaços onde as classes de suscetibilidade elevada e/ou muito elevada se localizam. Refira-se que a megaclasse “territórios artificializados”, obtida a partir da Carta de Uso e Ocupação do Solo de 2018 (COS 2018), foi excluída da análise da erosão hídrica dos solos uma vez que nessas áreas o solo se encontra selado, logo, insuscetível de ser erodido superficialmente. A megaclasse “territórios artificializados” foi igualmente excluída da análise dos incêndios rurais/florestais, juntamente com as megaclasses “zonas húmidas” e “corpos de água”, seguindo a metodologia preconizada no Guia para os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (ICNF, 2012). Para os fenómenos relacionados com a hidrografia e as zonas costeiras, as áreas críticas foram definidas como as que podem ser diretamente afetadas por cheias, inundações estuarinas, galgamentos oceânicos e erosão e recuo de arribas. Para os processos que resultam diretamente das condições climáticas, como o calor excessivo, as secas e as tempestades de vento, foram definidas diferentes classes de suscetibilidade de ocorrência, de acordo com escalas de valores dos parâmetros climáticos que os definem.

Os perigos climáticos futuros foram projetados para o final do século XXI e estão ajustados em função dos cenários de *Representative Concentration Pathways* RCP 4.5 e RCP 8.5 (equivalentes aos *Shared Socio-economic Pathways* SSP2-4.5 e SSP5-8.5, na nomenclatura introduzida pelo IPCC em 2021; IPCC, 2021). A exceção diz

respeito à erosão hídrica do solo, que é estimada, com os dois cenários climáticos referidos, para 2050, por ausência de dados de base projetados para 2100.

Tendo como referência a concentração atual de CO<sub>2</sub> de 400 ppm (partes por milhão), o cenário RCP 4.5 pressupõe uma trajetória de aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico até 520 ppm em 2070, com incremento menor até 2100, enquanto o cenário RCP 8.5 pressupõe uma trajetória semelhante ao cenário RCP 4.5 até 2050, mas com posterior aumento intensificado, atingindo uma concentração de CO<sub>2</sub> de 950 ppm em 2100.

#### 4.2.2 Incêndios Rurais/Florestais

A suscetibilidade aos incêndios rurais/florestais foi avaliada com recurso a um método estatístico bivariado de base Bayesiana: o *Likelihood Ratio* (LR), aplicado à totalidade do território de Portugal continental, utilizando como fatores condicionantes o declive, a altitude e o uso e ocupação do solo, e como variável dependente as áreas ardidas no período 1975-2018 (Oliveira et al., 2021). Refira-se que as megaclases “territórios artificializados”, “zonas húmidas” e “corpos de água” foram excluídas da análise, seguindo a metodologia preconizada no Guia para os Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (ICNF, 2012).

O cálculo do LR para cada variável (classe  $x$  do fator de predisposição  $y$ ) é efetuado com recurso à equação (1):

$$Lri = \frac{Si/S}{Ni/N} \quad (1)$$

onde:

$Lri$  – *Likelihood Ratio* da variável  $i$  (classe  $x$  do fator de predisposição  $y$ );

$Si$  – número de unidades de terreno com área ardida e presença da variável  $i$ ;

$Ni$  – número de unidades de terreno com a presença da variável  $i$ ;

$S$  – número total de unidades de terreno com área ardida;

$N$  – número total de unidades de terreno da área de estudo.

A avaliação da suscetibilidade para cada unidade de terreno (célula com 625 m<sup>2</sup>), obtém-se através do somatório dos  $Lri$  de cada fator de predisposição presente na unidade de terreno, utilizando a equação (2):

$$Lrj = \sum_{i=0}^n Xij Lri \quad (2)$$

onde:

$Lrj$  – *Likelihood Ratio* total na unidade de terreno  $j$  (célula);

$n$  – número de variáveis;

$Xij$  - 1 se a classe da variável está presente na unidade de terreno  $j$  (célula); 0 se a classe da variável não está presente.

A Figura 4.1 representa a curva de predição do modelo de suscetibilidade, construída a partir do cruzamento dos resultados da aplicação da equação (2) na área do PLAAC Arrábida com as áreas ardidas neste território no período 1975-2018, que totalizam 5169 ha. A Figura 4.1 representa igualmente as 5 classes de suscetibilidade definidas pelas quebras de declive na curva de predição, onde a Classe I corresponde à suscetibilidade mais elevada e a classe V corresponde à suscetibilidade mais baixa. Assumindo a capacidade preditiva de cada classe de suscetibilidade e considerando o valor médio anual de área ardida de 5169 ha, de 1975 a 2018, foi estimada a probabilidade atual de incêndio rural/florestal, com recurso à equação (3)

$$P_{iy} = 1 - \left(1 - \frac{Tard}{T_y}\right) \times Predy \quad (3)$$

Onde:

$P_{iy}$  - probabilidade de ocorrência de incêndio rural/florestal na célula  $j$  na classe de suscetibilidade  $y$ ;

$Tard$  – é a área ardida total expectável num determinado período;

$T_y$  – é a área total da classe de suscetibilidade  $y$ ;

$Predy$  – é a capacidade preditiva da classe de suscetibilidade  $y$ .

A estimativa das probabilidades futuras de incêndio rural/florestal na área do PLAAC Arrábida teve em consideração os resultados de Sousa et al. (2015) na projeção das áreas ardidas anuais até 2075 para 4 clusters ibéricos (áreas homogêneas de predisposição para a ocorrência de incêndio rural/florestal), incluindo a zona SW onde se integra a Península de Setúbal. Estes resultados permitem estimar, para a área do PLAAC Arrábida, uma área ardida média anual, para os últimos 30 anos do século XXI (1971-2100), de 264 ha e 372 ha (RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente), bastante acima dos 117 ha ardidos anualmente em média no período de 1975 a 2018. Refira-se que estas projeções de áreas ardidas anuais estão em linha com as sugeridas por Amatulli et al. (2013), Turco et al. (2018) e Dupuy et al. (2020).

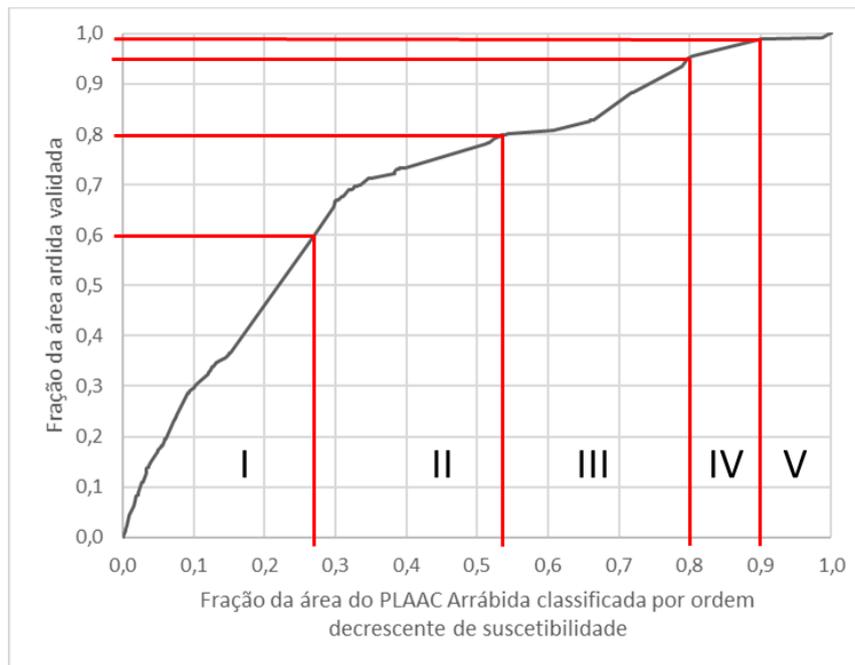


Figura 4.1 - Curva de predição do modelo de suscetibilidade aos incêndios rurais/florestais na área do PLAAC Arrábida. As linhas a vermelho definem as 5 classes de suscetibilidade identificadas

#### 4.2.3 Erosão Hídrica do Solo

A suscetibilidade à erosão hídrica do solo foi avaliada com recurso à Equação Universal de Perda do Solo (EUPS). Assim, a metodologia adotada expressa a erosão potencial do solo ( $A$ ), em ton/ha/ano, obtida através da equação (4):

$$A = R \cdot K \cdot LS \quad (4)$$

onde:

$R$  — Fator de erosividade da precipitação em unidades SI ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$ );

$K$  — Fator da erodibilidade dos solos, ( $\text{t h ha MJ}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ );

$LS$  — Fator topográfico, adimensional.

Refira-se que a megaclasse “territórios artificializados”, obtida a partir da Carta de Uso e Ocupação do Solo de 2018 (COS 2018), foi excluída da análise da erosão hídrica dos solos uma vez que nessas áreas o solo se encontra selado, logo, insuscetível de ser erodido superficialmente.

Os fatores  $LS$  e  $K$  consideram-se invariantes no horizonte temporal da cenarização climática considerado no PLAAC Arrábida (até 2100), pelo que as variações projetadas na erosão potencial do solo resultam, exclusivamente, das variações estimadas para o fator que traduz a erosividade da precipitação.

### Fator R - Erosividade da precipitação

A erosividade atual da precipitação (Fator R atual) foi determinada com base na informação disponibilizada pelo ESDAC/JRC, cartografia *Rainfall erosivity in Europe, Joint Research Center (JRC)*, cuja resolução original é de 500 m (Panagos et al., 2012, 2015). Contudo, para que a informação se ajuste à resolução de 10 m utilizada durante este processo, e para colmatação de valores em falta, a matriz foi convertida para pontos, os quais foram utilizados para um processo de interpolação baseada no método IDW (*Inverse Distance Weighted*).

Não existem ainda projeções da erosividade da precipitação para o final do século XXI, em cenários de alterações climáticas. No entanto, o JRC disponibiliza para a Europa a projeção da erosividade da precipitação para 2050 para o cenário RCP 4.5, utilizando como principais fontes de dados o fator R baseado na REDES (*Rainfall Erosivity Database at European Scale*) e como covariantes os conjuntos de dados climáticos *WorldClim* (Panagos et al., 2017). Estes dados foram utilizados no PLAAC Arrábida, para caracterizar a erosão hídrica do solo futura no cenário RCP 4.5, tendo-lhe sido aplicados os procedimentos metodológicos de interpolação e generalização referidos no parágrafo anterior.

O JRC não disponibiliza o fator R generalizado para o cenário climático RCP 8.5. No entanto, num trabalho recente (Panagos et al., 2021), este fator foi estimado para 2050, para as superfícies agrícolas da União Europeia e do Reino Unido, em comparação com uma linha de base representativa atual (2016). Nesse trabalho, foi utilizado o resultado médio de 19 Modelos Climáticos Globais (GCM) que constam da base de dados *WorldClim*, e projetados os cenários RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP 8.5 (Panagos et al., 2021). Os dados relativos aos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 foram utilizados no PLAAC Arrábida para estabelecer uma superfície com a taxa de variação verificada entre os dois cenários nas áreas agrícolas, procedendo posteriormente à interpolação para a restante área de estudo. Assim, o fator R para 2050 no cenário RCP 8.5 foi obtido pela multiplicação da referida superfície que traduz a taxa de variação da erosividade com a erosividade correspondente ao cenário RCP 4.5.

### Fator K - Erodibilidade do solo

A erodibilidade do solo foi suportada na Carta dos Solos de Portugal e nos valores do fator K indicados por Pimenta (1999). Assim, com base naquela Carta, foi classificado o valor de erodibilidade (valores SI) para cada um dos tipos de solo existentes.

Uma vez que, na cartografia de base, é frequente a ocorrência de mais do que um tipo de solo em cada unidade cartográfica, o valor de erodibilidade final associado a cada uma dessas unidades resulta do cálculo da média aritmética ponderada de K, com base na frequência relativa dos solos presentes nessa unidade.

### Fator Topográfico LS – comprimento e inclinação da vertente

O fator LS (adimensional) exprime a importância conjugada do comprimento da vertente (L) e do seu declive (S), aferidos à geometria normalizada dos talhões experimentais (L = 22,5 m; S = 9 %), resultando do seu produto.

Uma vez que é reconhecida a falta de atualidade da cartografia de solos disponível, os resultados cartográficos obtidos por modelação foram cruzados com a cartografia COS 2018, tendo sido reclassificadas como territórios artificializados todas as áreas que correspondem a zonas urbanizadas e impermeabilizadas artificialmente (e.g. com betão ou asfalto), onde o solo potencialmente erodível foi selado por intervenção antrópica.

A suscetibilidade atual e futura, para 2050 e nos dois cenários considerados, foi classificada numa escala única que contempla 4 classes de suscetibilidade, estabelecidas em função da erosão potencial em ton/ha.ano, tal como expresso na Tabela 4.2:

Tabela 4.2 - Classificação da suscetibilidade de erosão potencial do solo

Código	Classe de suscetibilidade	ton/ha.ano
I	Muito elevada	$\geq 55$
II	Elevada	25 – 55
III	Moderada	10 – 25
IV	Reduzida	$< 10$

#### 4.2.4 Instabilidade de Vertentes

A suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes foi avaliada com recurso a um método estatístico bivariado de base Bayesiana, o Valor Informativo (VI), utilizando como fatores condicionantes o declive, a exposição das vertentes, a geologia, a curvatura das vertentes (perfil transversal), o uso e ocupação do solo, o índice de posição topográfica e o índice topográfico de humidade. Como variável dependente utilizou-se um inventário de movimentos de massa em vertentes que conta com 4047 ocorrências identificadas em 19 municípios da região de Lisboa e Vale do Tejo, incluindo Sesimbra, Setúbal e Palmela.

Os movimentos de massa em vertentes foram cruzados com os fatores de predisposição da instabilidade de vertentes classificados e o peso das classes de cada fator foi estabelecido com recurso à primeira equação do método do Valor Informativo (Zêzere, 2002) (equação 5):

$$I_i = \ln \frac{S_i/N_i}{S/N} \quad (5)$$

onde:

$I_i$  – Valor Informativo da variável  $i$ ;

$S_i$  - número de unidades de terreno (célula com 100 m<sup>2</sup>) com movimentos de massa em vertentes e com a presença da variável  $X_i$  (classe de fator condicionante  $y$ );

$N_i$  - número de unidades de terreno com a presença da variável  $X_i$ ;

$S$  - número total de unidades de terreno com movimentos de massa em vertentes;

$N$  - número total de unidades de terreno da área de estudo.

O VI total de uma unidade de terreno  $j$  (célula com 100 m<sup>2</sup>) é determinado pela segunda equação do Método do Valor Informativo (Zêzere, 2002) (equação 6):

$$I_j = \sum_{i=1}^m X_{ji} I_i \quad (6)$$

Onde:

$I_j$  – Valor Informativo total na unidade de terreno  $j$  (célula);

$n$  – número de variáveis;

$X_{ij}$  - 1 se a classe da variável está presente na unidade de terreno  $j$  (célula); 0 se a classe da variável não está presente.

A Figura 4.2 representa a curva de predição do modelo de suscetibilidade, construída a partir do cruzamento dos resultados da aplicação da equação (6) na área do PLAAC Arrábida com as áreas instabilizadas por 197 movimentos de massa em vertentes que totalizam 768 800 m<sup>2</sup>. Estes movimentos de massa em vertentes foram inventariados em 2012 com interpretação de fotografia aérea e trabalho de campo. Trata-se, no essencial, de deslizamentos superficiais desencadeados pela precipitação. Não é conhecida a data de ocorrência da maioria dos movimentos, mas considera-se que o tempo característico de manutenção destas manifestações de instabilidade na paisagem não é superior a 20 anos. Deste modo, para efeitos de modelação, assume-se que os 197 movimentos de massa em vertentes poderão ter ocorrido num intervalo temporal de 20 anos, pelo que a área média instabilizada anualmente no território do PLAAC Arrábida foi de 38440 m<sup>2</sup>.

A Figura 4.2 representa igualmente 7 classes de suscetibilidade definidas pelas quebras de declive na curva de predição, onde a Classe I corresponde à suscetibilidade mais elevada e a classe VII corresponde à suscetibilidade mais baixa. Assumindo a capacidade preditiva de cada classe de suscetibilidade e considerando o valor médio anual de área instabilizada de 38 440 m<sup>2</sup>, nos 20 anos anteriores a 2012, foi estimada a probabilidade atual de ocorrência de movimentos de massa em vertentes, com recurso à equação (7).

$$P_{sy} = 1 - \left(1 - \frac{T_{slide}}{T_y}\right) \times predy \quad (7)$$

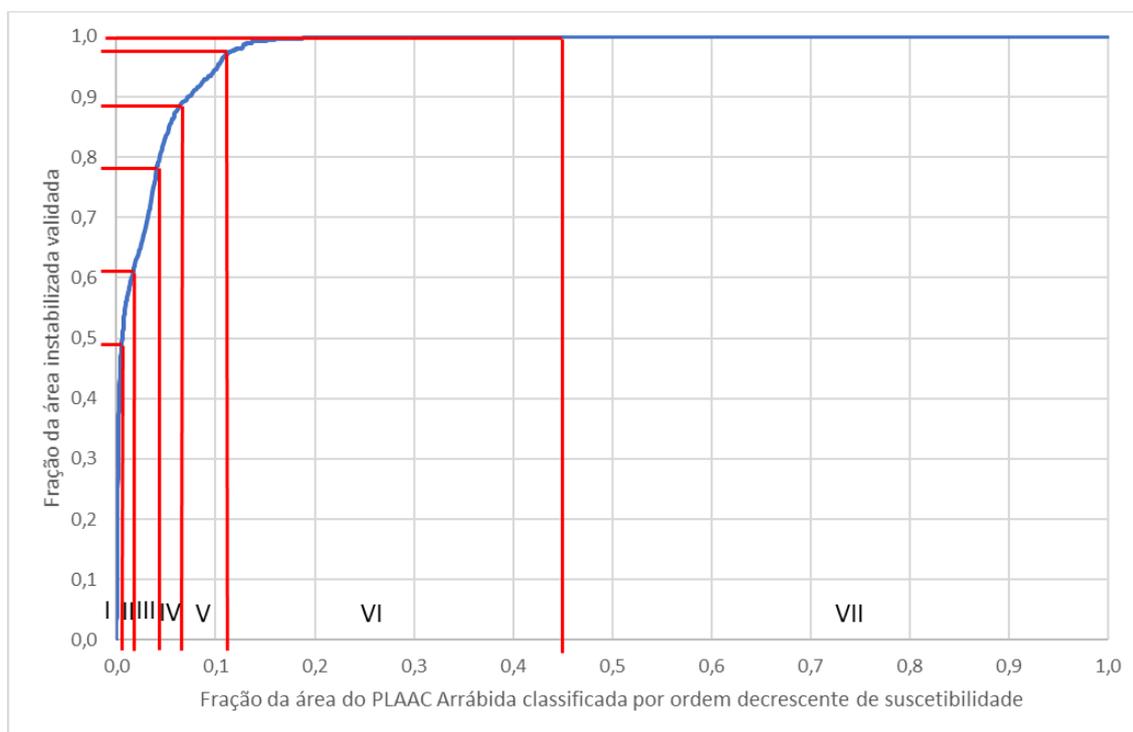
Onde:

$P_{sy}$  - probabilidade de ocorrência de movimento de massa em vertente na célula  $j$  na classe de suscetibilidade  $y$ ;

$T_{slide}$  – é a área de instabilidade total expectável num determinado período;

$T_y$  – é a área total da classe de suscetibilidade  $y$ ;

$Predy$  – é a capacidade preditiva da classe de suscetibilidade  $y$ .



**Figura 4.2 - Curva de predição do modelo de suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes na área do PLAAC Arrábida. As linhas a vermelho definem as 7 classes de suscetibilidade identificadas**

Uma vez que a data de ocorrência da generalidade dos movimentos de massa em vertentes inventariados na área do PLAAC Arrábida é desconhecida, não é possível estudar os limiares críticos de precipitação responsáveis pelo seu desencadeamento. No entanto, esta região encontra-se próxima geograficamente de Lisboa e da região a norte de Lisboa, para as quais existe uma literatura abundante sobre o assunto (e.g. Zêzere et al, 2005; Vaz et al., 2018) e que aponta para um limiar de regressão de  $R = 5,5D + 124,6$  e um limiar mínimo de  $R = 4,4D + 56,5$ , onde  $R$  é a precipitação crítica que desencadeia movimentos de massa em vertentes e  $D$  é o número de dias consecutivos (Vaz et al., 2018). Adicionalmente, os movimentos de massa em vertentes existentes na área do PLAAC Arrábida estão tipicamente associados a episódios de chuva intensa com a duração de alguns dias (5 a 15 dias).

Num trabalho recente, Araújo (2021) projetou os limiares críticos de precipitação para a instabilidade de vertentes na região a norte de Lisboa para o final do século XXI, no quadro das alterações climáticas e para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, considerando 4 escalas de tempo de precipitação acumulada (1 dia, 10 dias, 30 dias e 60 dias). Tendo em conta a duração do período crítico de precipitação mais característico para o desencadeamento dos movimentos de massa em vertentes na área do PLAAC Arrábida, assumem especial interesse as projeções para a duração de 10 dias, relativamente às quais é expectável, no final do século XXI, um incremento da frequência de 5% no caso do cenário RCP 4.5, e uma redução da frequência de 10% no caso do cenário RCP 8.5 (Araújo, 2021).

A estimativa das probabilidades futuras de ocorrência de movimentos de massa em vertentes na área do PLAAC Arrábida teve em consideração os limiares críticos de precipitação estabelecidos para a região de Lisboa por Vaz et al. (2018) e as projeções de Araújo (2021), que se assumem como válidas para a área de estudo. Deste modo,

é possível estimar, para a área do PLAAC Arrábida, uma área média instabilizada anual nos últimos 30 anos do século XXI (2070-2100), de 40 362 m<sup>2</sup> e 34 596m<sup>2</sup> (RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente), que comparam com os 38 440 m<sup>2</sup> anuais estimados para a atualidade.

#### 4.2.5 Inundações fluviais

As inundações fluviais características que ocorrem na área do PLAAC Arrábida decorrem de cheias rápidas, que se verificam em bacias hidrográficas de pequena e média dimensão.

A avaliação da suscetibilidade a cheias 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 AML; (ii) as zonas inundáveis definidas nos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI), disponibilizadas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA); e (iii) as zonas ameaçadas pelas cheias traçadas ao nível municipal, no âmbito da delimitação da Reserva Ecológica Nacional. Foram ainda identificadas lagoas e albufeiras como corpos de água permanente.

Adicionalmente, a identificação das linhas de água com maior propensão para a geração de cheias foi realizada com recurso ao método descrito em Reis (2011) e Santos et al. (2019). Segundo o modelo adotado, as variáveis condicionantes descritivas - área de drenagem acumulada, declive e permeabilidade relativa - foram recolhidas em estrutura matricial para a totalidade das bacias drenantes, inclusivamente quando se estendem para além dos limites da área do PLAAC Arrábida. Seguidamente, por Análise Multicritério e segundo um processo iterativo – que incluiu a sua validação no terreno e por evidências históricas –, foi aferida a ponderação a utilizar no modelo final de suscetibilidade dos cursos de água para a ocorrência de cheias. Para estes cursos de água assim identificados, no pormenor, a delimitação das áreas inundáveis por cheias considerou a área contígua às margens 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 fotografia aérea ortorretificada.

A suscetibilidade à inundações por cheias rápidas foi classificada em 3 classes (elevada, moderada e reduzida) que traduzem não apenas a propensão para a ocorrência de inundações, mas também a magnitude expectável, face à configuração das áreas inundáveis e ao seu enquadramento dentro das respetivas bacias hidrográficas.

As cheias rápidas na área de estudo estão associadas a episódios de chuvas muito intensas e concentradas no tempo, tipicamente em períodos de algumas horas. Neste contexto, face à ausência de dados generalizados de precipitações horárias, consideraram-se as precipitações diárias como indicador de referência para a estimativa das probabilidades de ocorrência de cheias rápidas no futuro, para os dois cenários climáticos analisados, tendo como referência a situação atual.

A análise da cenarização climática mostrou que existirá um aumento no número médio de dias com precipitação  $\geq 20$  mm no inverno, mais acentuado no RCP 4.5, no final do século XXI. Os resultados obtidos por Araújo (2021), na projeção dos limiares críticos de precipitação para a instabilidade de vertentes na região a norte de Lisboa para o final do século XXI, no quadro das alterações climáticas e para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, apontam no mesmo sentido. A este respeito, convém ter presente que os episódios de chuva muito intensa que desencadeiam movimentos de massa em vertentes superficiais são igualmente responsáveis pela ocorrência de cheias rápidas.

A ocorrência simultânea dos dois tipos de processos verificou-se na Área Metropolitana de Lisboa, por exemplo, em novembro de 1967 e em novembro de 1983.

Tendo em conta a curta duração dos episódios de precipitação que desencadeiam as cheias rápidas, assumem particular interesse as projeções efetuadas por Araújo (2021) para as chuvas extremas com duração de 1 dia, relativamente às quais é expectável, no final do século XXI, um incremento da frequência de 9 % e 6 %, para o RCP 4.5 e RCP 8.5, respetivamente (Araújo, 2021).

Assumindo as projeções de Araújo (2021) como válidas para a área do PLAAC Arrábida e admitindo que a área inundável representada na suscetibilidade atual à inundação por cheias rápidas corresponde ao período de retorno de 100 anos (probabilidade anual de 1 %),   possível estimar o período de retorno de uma área inundada equivalente no final do século para o RCP 4.5 (91,7 anos) e para o RCP 8.5 (94,3 anos).

Refira-se que estas estimativas estão em consonância com as proje es do Plano de Gestão dos Riscos de Inunda es 2022/2027 para a RH6 – Sado e Mira (APA, 2020). A análise efetuada, neste documento, aos eventuais impactos das altera es climáticas nos caudais de ponta de cheia para o período de retorno de 100 anos, teve por base a informa o disponibilizada no portal do clima (<http://portaldoclima.pt/pt/>) e considerou que haverá um aumento da frequência de eventos extremos, com a ocorrência de precipita es de grande intensidade, concentradas em períodos curtos, sendo expectável um aumento das intensidades de precipita o associadas ao período de retorno de 100 anos. Adicionalmente, foi estimada a possível varia o dos caudais de ponta para o período de retorno com probabilidade de ocorrência média (T = 100 anos). Consideraram-se os valores de precipita o média mensal referentes ao período 2041-2070, de modo a considerar cenários aplicáveis a um futuro intermédio. Para ambos os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 foram calculadas as m dias das anomalias dos meses de inverno, de dezembro a fevereiro, e selecionada a média mais elevada, que se definiu como a percentagem de majora o a aplicar aos hidrogramas de cheia (APA, 2020). De acordo com esta metodologia, a varia o expectável nos caudais de ponto de cheia na bacia do Sado está compreendida entre 3 e 4 %, o que   compatível com a redu o estimada no período de retorno para a cheia centenária.

#### 4.2.6 Inunda es estuarinas

A avalia o da suscetibilidade a inunda o estuarina teve em considera o a documenta o disponível a partir de trabalhos anteriores, nomeadamente a delimita o da cheia centenária na zona do estuário do Sado, produzida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

A delimita o das áreas sujeitas a inunda o estuarina no final do século XXI teve em conta as proje es disponibilizadas pela NASA em articula o com o IPCC (2021), acessíveis em [<https://sealevel.nasa.gov/>], que apontam para subidas do nível do mar no litoral português, até 2100, de 0,59 m e 0,79 m, respetivamente para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 (SSP2-4.5 e SSP5-8.5, na nomenclatura dos cenários climáticos introduzida pelo IPCC em 2021). Adicionalmente, foram utilizadas como referência as modela es disponibilizadas no *Coastal Risk Screening Tool* do *Climate Central* [<https://coastal.climatecentral.org/>] (Kulp e Strauss, 2019), considerando as seguintes condi es de cenário:

- Fonte da proje o da subida do nível do mar: dados do ‘estado da arte’ consensualizados (IPCC, 2021);

- Tipo de projeção: subida do nível do mar + efeito local da cheia moderada, com 10 % de probabilidade anual de excedência. Os dados do incremento provocado pela cheia baseiam-se no trabalho de Muis et al. (2016).
- Ano: 2100
- Incerteza (favorável; desfavorável): A incerteza favorável significa que a emissão de gases com efeito de estufa terá efeitos menos gravosos na subida do nível do mar, relativamente ao espectável pelos cientistas. A incerteza desfavorável significa o oposto. Neste trabalho, assumiu-se incerteza desfavorável, representada pelo percentil 95 das projeções da subida do nível do mar.
- Trajetória de emissões:
  - (a) cortes moderados (RCP 4.5): as emissões globais de gases com efeito de estufa atingem o seu pico perto de 2040 e depois diminuem, resultando num incremento de temperatura de cerca de 2,7°C, acima dos níveis pré-industriais, até 2100;
  - (b) emissões descontroladas (RCP 8.5): as emissões globais de gases com efeito de estufa aumentam rapidamente durante a maior parte do século, duplicando aproximadamente até 2050 e resultando num incremento da temperatura de cerca de 4,4°C, acima dos níveis pré-industriais, até 2100.

#### 4.2.7 Inundações e galgamentos costeiros

A caracterização e delimitação das zonas costeiras sujeitas a inundação e galgamento usam como referência os trabalhos promovidos pela APA que sustentaram os Programas de Orla Costeira de Alcobça – Cabo Espichel e Espichel – Odeceixe.

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., 2013a, 2013b). Nesta avaliação foram incluídos os efeitos associados às alterações climáticas, nomeadamente no que diz respeito à subida do nível médio do mar. Foi ainda considerado 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 prazo, com base na evolução observada nos últimos 50 anos. Deste modo, as zonas de perigo consideradas são faixas que se estendem desde a linha de costa 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 inundação e galgamento costeiro.

Refira-se que nas praias limitadas por uma arriba ou estrutura, independentemente do cenário considerado, a evolução do limite terrestre foi considerada nula e os impactes dos processos não foram considerados no trabalho original (Silva et al., 2013a, 2013b). Nestes casos, foi utilizada como referência uma cota de inundação de 8 metros acima do nível médio do mar, tomando em consideração a variação do nível médio do mar, a preamar máxima astronómica, a sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica (*storm surge*) máxima registada e o espraio das ondas, valor que se aproxima dos calculados para o litoral do município de Sintra por Marques et al. (2009) e para o litoral do município de Cascais por Taborda et al. (2010).

A delimitação das áreas sujeitas a inundação e galgamento costeiro no final do século XXI teve ainda em consideração as projeções de subida do nível do mar divulgadas pela NASA em articulação com o IPCC (2021),

assim, como as modelações disponibilizadas no *Coastal Risk Screening Tool do Climate Central*, referidas na secção 1.6, a respeito das inundações estuarinas.

#### 4.2.8 Erosão Costeira e Recuo de Arribas

A caracterização e delimitação das zonas de instabilidade e recuo de arribas usam como referência os trabalhos promovidos pela APA que sustentaram os Programas de Orla Costeira de Alcobaça – Cabo Espichel e Espichel – Odeceixe.

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). O trabalho foi sustentado por um inventário sistemático de instabilidades em arribas, entre a Nazaré e o Cabo Espichel. Foram utilizadas técnicas de fotointerpretação aplicadas a duas séries de referência de fotografias aéreas verticais, incluindo um dos voos mais antigos existentes que cobrem o troço litoral em estudo (final dos anos 40) e outro realizado em 2010. Foram ainda utilizadas séries de fotografias aéreas de idade intermédia disponíveis para a caracterização da distribuição temporal das instabilidades em arribas (Penacho et al., 2013a).

Do estudo sistemático da totalidade dos troços de arriba da área referida (Nazaré – Cabo Espichel) resultou a identificação de 1049 movimentos de massa em vertentes ou grupos de movimentos que não puderam ser individualizados por falta de resolução temporal das coberturas aéreas disponíveis (Penacho et al., 2013a).

Na área entre o Cabo Espichel e Setúbal foram ainda inventariados 86 movimentos de massa em vertentes dos tipos desabamento e deslizamento, com base na interpretação de ortofotomapas digitais e trabalho de campo extensivo.

No estudo original foram delimitadas faixas de risco adjacentes à crista da arriba e faixas 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 de instabilidade, 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 POC (voo INAG de 1996), mas também as características geomorfológicas e geológicas das arribas que condicionam a ocorrência de instabilidades.

A zona de suscetibilidade atual à erosão costeira e recuo de arribas na área do PLAAC Arrábida corresponde à faixa de risco adjacente à crista das arribas, proposta por Marques et al. (2013), na sequência da avaliação efetuada à adequabilidade das referidas faixas no POOC original. Adicionalmente, foram integradas na zona de suscetibilidade atual as áreas de instabilidade potencial associadas às arribas e sinalizadas nos novos Programas de Orla Costeira. Com a subida do nível do mar projetada para o final do século XXI (0,59 m e 0,79 m, respetivamente para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5), é de esperar o agravamento da erosão costeira e o recuo mais acentuado das arribas na área de estudo. Neste contexto, a faixa de proteção adicional à crista da arriba, prevista nos POOC, é adicionada à zona de suscetibilidade atual para estabelecer a zona de suscetibilidade projetada para o final do século XXI. Os dados disponíveis não permitem uma diferenciação sustentada da erosão costeira e recuo de arribas associadas às subidas do nível do mar correspondentes aos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, pelo que a cartografia apresentada para a suscetibilidade futura à erosão costeira e recuo de arribas na área do PLAAC Arrábida é válida para os dois cenários climáticos considerados.

#### 4.2.9 Calor Excessivo

Para a caracterização das situações atuais de calor excessivo, considerou-se a distribuição espacial dos dias muito quentes (com temperatura máxima  $\geq 35$  °C) obtida por modelação para o período de referência de 1970-2000, a partir de dados disponíveis no Portal do Clima (<http://portaldoclima.pt/pt/>).

A análise das projeções climáticas até ao final do século compreendeu a espacialização das anomalias projetadas e a caracterização da sua diversidade espaço-temporal.

Na cenarização do clima futuro utilizou-se o *ensemble* dos modelos climáticos regionais, a partir do *ensemble* dos modelos globais, disponíveis no Portal do Clima, projetados para o final do século XXI e considerando dois cenários globais de emissões de gases com efeitos de estufa: RCP 4.5 e RCP 8.5.

A apresentação dos resultados das situações de calor no futuro apoia-se nas unidades morfoclimáticas (UMC) caracterizadas na atividade 2.3, de forma a sintetizar os contrastes regionais do clima projetado.

A suscetibilidade atual e futura, nos dois cenários considerados, foi classificada numa escala única que contempla 5 classes de suscetibilidade, estabelecidas em função do número de dias muito quentes (aqueles com temperatura máxima  $\geq 35$  °C) registados por ano: reduzida (2 a 5 dias); moderada (5 a 10 dias); elevada (10 a 20 dias); muito elevada (20 a 30 dias); extrema (30 a 44 dias).

#### 4.2.10 Secas

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 atual à ocorrência de seca foi determinada a partir da variação dos valores de SPI obtidos para o período de referência simulado de 1971-2000, a partir de dados disponíveis no Portal do Clima (<http://portaldoclima.pt/pt/>).

Para a cenarização da seca no futuro utilizou-se o *ensemble* dos modelos climáticos regionais, a partir do *ensemble* dos modelos globais, disponíveis no Portal do Clima, projetados para o final do século XXI e considerando dois cenários globais de emissões de gases com efeitos de estufa: RCP 4.5 e RCP 8.5.

A apresentação dos resultados das situações de seca apoia-se nas unidades morfoclimáticas (UMC) caracterizadas na atividade 2.3, de forma a sintetizar os contrastes regionais projetados.

A suscetibilidade à seca meteorológica atual e futura, nos dois cenários considerados, foi classificada numa escala única que contempla 3 classes de suscetibilidade, estabelecidas em função dos valores do índice SPI: Moderada (-0,05 a -0,29); Elevada (-0,30 a -0,99); e Muito elevada (-1,00 a -1,09).

#### 4.2.11 Tempestades de Vento

Na área de estudo 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 de 1974 a 2014, a partir dos períodos de retorno das intensidades médias máximas do vento a 10 m do solo, observadas na estação meteorológica de Lisboa/Portela. As simulações do vento 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. Os resultados das simulações foram cruzados em ambiente SIG, resultando três classes de suscetibilidade, descritas na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3 - Definição das classes de suscetibilidade a tempestades de vento**

		Nordeste - 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)

Para a cenarização do vento no futuro utilizou-se o *ensemble* dos modelos climáticos regionais, a partir do *ensemble* dos modelos globais, disponíveis no Portal do Clima, projetados para o final do século XXI e considerando dois cenários globais de emissões de gases com efeitos de estufa: RCP 4.5 e RCP 8.5.

A este respeito, as projeções apontam para mudanças pouco significativas ou nulas no que respeita à velocidade média do vento (a 10 metros do solo). No mesmo sentido, não se projetam alterações estatisticamente significativas em relação ao número de dias com vento forte ( $\geq 10,8$  m/s), até ao final do século, em qualquer das Unidades Morfoclimáticas identificadas na área do PLAAC Arrábida e para qualquer dos cenários forçadores (RCP 4.5 e RCP 8.5). Neste contexto, é apresentado apenas um mapa de suscetibilidade ao vento forte, que é representativo para a situação atual e para o final do século XXI, para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

### 4.3 Avaliação da Exposição

A avaliação da exposição aos perigos atuais e futuros foi efetuada para: vias rodoviárias; vias ferroviárias; edifícios residenciais; população residente; e equipamentos estratégicos, vitais e/ou sensíveis.

As vias rodoviárias foram obtidas a partir do *Open Street Map* e reclassificadas em quatro classes: autoestradas e vias rápidas; rede rodoviária primária; rede rodoviária secundária; e rede rodoviária terciária.

Os edifícios, representados geometricamente pelo seu centroide, foram obtidos a partir da Base de Georeferenciação de Edifícios (BGE) do Instituto Nacional de Estatística (INE) e cartografados sempre que no edifício exista total ou parcialmente a função residencial. A população residente por edifício foi estimada por cruzamento dasimétrico entre a BGE e a Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) dos Censos 2011 (Garcia *et al.*, 2016).

A distribuição dos equipamentos estratégicos, vitais e/ou sensíveis foi fornecida pelos e municípios do Território Arrábida. Estes equipamentos foram classificados em sete categorias, em função dos serviços a que estão associados: administração, proteção civil e segurança, saúde, educação, serviço social, cultura e turismo.

A avaliação da exposição atual foi efetuada por interseção dos elementos anteriormente referidos (vias, edifícios residenciais, população residente e equipamentos estratégicos, vitais e/ou sensíveis) com as áreas perigosas correspondentes a incêndios rurais/florestais, instabilidade de vertentes, inundações por cheias rápidas, inundações estuarinas, inundações e galgamentos costeiros e erosão costeira e recuo de arribas.

A avaliação da exposição no final do século XXI é um exercício difícil, principalmente devido à enorme incerteza acerca das dinâmicas sociodemográficas, em particular quanto aos quantitativos de população e sua distribuição. Neste contexto, optou-se por cruzar os elementos expostos presentes (vias, edifícios residenciais, população residente e equipamentos estratégicos, vitais e/ou sensíveis) com as áreas identificadas como perigosas no final do século XXI, em ambos os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Os resultados obtidos com esta abordagem traduzem a exposição que os elementos atualmente existentes na área estudada teriam, caso se verificassem hoje os cenários climáticos projetados para 2100, com as consequências daí decorrentes para os processos perigosos com forçador climático.

#### 4.4 Avaliação da Vulnerabilidade Social

No quadro do modelo conceitual de risco climático do IPCC AR5 e IPCC AR6, resulta claro que a vulnerabilidade é uma propriedade dos elementos expostos, os quais podem ser pessoas, ecossistemas, edifícios, vias, etc. A preocupação com a dimensão social da vulnerabilidade está clara no IPCC AR6, onde a vulnerabilidade é definida como a “propensão ou predisposição para ser afetado adversamente, abrangendo uma variedade de conceitos e elementos, que incluem a sensibilidade ou suscetibilidade para sofrer danos e a falta de capacidade para suportar e adaptar”.

Na análise de risco preconizada para o PLAAC Arrábida, as pessoas constituem o principal elemento exposto, pelo que se justifica avaliar a vulnerabilidade na sua dimensão social. Com efeito, a definição de vulnerabilidade social, em particular da criticidade, ajusta-se, perfeitamente, à definição de vulnerabilidade do IPCC AR6: “conjunto de características e comportamentos dos indivíduos que condicionam a sua propensão para sofrer danos durante a ocorrência de um evento desastroso [no caso, de origem climática]” (Mendes et al., 2010). Estas características podem contribuir para a rotura do sistema e dos recursos das comunidades que lhes permitem responder ou lidar com cenários catastróficos. Dependendo da maior ou menor disponibilidade de informação, as variáveis a incluir na avaliação da criticidade devem representar os seguintes domínios: demografia, apoio social, condição do património edificado, economia, educação, habitação, estrutura familiar, emprego e saúde.

A avaliação da criticidade no município de Setúbal enquadra-se num estudo de âmbito geográfico mais amplo, realizado ao nível da Área Metropolitana de Lisboa (AML), o que confere maior robustez e confiança nos resultados, pelo que permite o enquadramento e comparabilidade dos índices obtidos com a área envolvente, que inclui simultaneamente territórios fortemente urbanizados e territórios de elevada ruralidade. Adotou-se como unidade territorial de análise a secção estatística, tal como definida na Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011).

A partir dos dados dos Censos de 2011 para o nível de desagregação da secção estatística, foi possível definir um conjunto inicial de 45 variáveis, ao qual se retirou a densidade populacional e a densidade de edifícios dado que traduzem a exposição e não a vulnerabilidade, restando um total de 43 variáveis (Tabela 4.4). De modo a assegurar a comparação entre unidades territoriais de análise, a maioria dos dados das variáveis é expressa como uma proporção.

**Tabela 4.4 - Lista de variáveis inicialmente consideradas para a avaliação da criticidade na Área Metropolitana de Lisboa, a que pertence o município de Setúbal**

Código	Designação da variável
Alo_fa_vag	Proporção de alojamentos vagos (%)
AlFamSagua	Proporção de alojamentos familiares de residência habitual sem água canalizada (%)
AlFamSesgo	Proporção de alojamentos familiares de residência habitual sem sistema de esgotos (%)
AlojArrend	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual arrendados (%)
Al_1_2div	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com 1 ou 2 divisões (%)
Al_5maisDi	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com 5 ou mais divisões (%)
Al_ate50m2	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com área até 50 m <sup>2</sup> (%)
Almais200m	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com área maior que 200 m <sup>2</sup> (%)
Almais100m	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com mais de 100 m <sup>2</sup> (%)
Al_c_banho	Proporção de alojamentos familiares de residência habitual com banho (%)
Alo_oc_pro	Proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com proprietário ocupante (%)
Ed_ate1970	Proporção de edifícios construídos antes de 1970 (%)
Ed_12pisos	Proporção de edifícios com 1 ou 2 pisos (%)
Ed_5mai_pi	Proporção de edifícios com 5 ou mais pisos (%)
Ed_betao	Proporção de edifícios com estrutura de betão armado (%)
Ed_pedra	Proporção de edifícios com estrutura de paredes de adobe ou alvenaria de pedra solta (%)
In_freq_bas	Proporção de indivíduos a frequentar o ensino básico (%)
In_est_mun	Proporção de indivíduos residentes a estudarem no município de residência (%)
In_1bas_co	Proporção de indivíduos residentes com o 1º ciclo do ensino básico completo (%)
In_sup_co	Proporção de indivíduos residentes com um curso superior completo (%)
In_nao_ler	Proporção de indivíduos residentes sem saber ler nem escrever (%)
In_emp_1ar	Proporção de população empregada no sector primário (%)
In_emp_2ar	Proporção de população empregada no sector secundário (%)
In_emp_3ar	Proporção de população empregada no sector terciário (%)
In_desemp	Proporção de população com idade entre 25 e 64 anos desempregada à procura de novo emprego ou à procura de primeiro emprego (%)
In_emprega	Proporção de população com idade entre 25 e 64 anos empregada (%)
In_tra_mun	Proporção de indivíduos residentes a trabalharem no município de residência (%)
In_et_mun	Proporção de indivíduos residentes a estudarem e trabalharem no município de residência (%)
In_s_activ	Proporção de indivíduos residentes sem atividade económica (%)
In_et_outro	Proporção da população residente que trabalha ou estuda que o faz noutro município (%)
Fa_dim_med	Dimensão média das famílias clássicas (N.º de indivíduos)
Fa_c_5mais	Proporção de famílias clássicas com 5 ou mais pessoas (%)
Fa_c_1ou2p	Proporção de famílias clássicas com 1 ou 2 pessoas (%)
Fa_c_ind65	Proporção de famílias clássicas com pessoas com 65 ou mais anos (%)
Fa_s_desem	Proporção de famílias clássicas sem desempregados (%)
Nu_c_fil15	Proporção de núcleos familiares c/ filhos c/ menos de 15 anos (%)
Pop_0_4	População residente com menos de 5 anos (%)
Pop_15_24	População residente com idade entre 15 e 24 anos (%)

Código	Designação da variável
Pop_65mais	População residente com idade igual ou superior a 65 anos (%)
Ind_p_aloj	Indivíduos por alojamento familiar clássico de residência habitual (N.º)
Rel_Mascul	Relação de masculinidade
PensReform	Proporção de indivíduos residentes pensionistas ou reformados (%)
Pop_femi	Proporção de população feminina no total de população residente (%)

O procedimento metodológico recorre à técnica estatística de redução da dimensionalidade Análise de Componentes Principais (ACP) e contempla 8 etapas sequenciais:

1. Normalização dos valores das variáveis aos denominados *z-scores*, cuja média é zero e o desvio-padrão é 1;
2. Cálculo e análise da matriz de correlação de *Pearson*, no sentido de excluir do universo em análise as variáveis que apresentam multicolineariedade. Entre os pares de variáveis que apresentam valores de correlação superior a 0,7 optou-se por uma ou outra variável, de acordo com os critérios de maior relevância e clareza de significado, em termos de interpretação do seu papel na criticidade;
3. Execução iterativa da ACP com rotação *varimax* com os valores normalizados e aferição da adequabilidade dos dados através da análise dos parâmetros taxa de variância (deve ser superior a 60 %) e medida de adequação da amostra de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) (deve ser superior a 0,6), com exclusão de variáveis que reduzam a robustez do conjunto de dados;
4. Execução final da ACP;
5. Extração do número de componentes que representam a criticidade. As componentes principais selecionadas são as que apresentam um total de *Eigenvalues* Iniciais igual ou superior a 1;
6. Interpretação da cardinalidade, ou “sinal”, de cada componente. A partir da matriz de componentes rodada, identificam-se as variáveis que apresentam um *loading* superior ao módulo de 0,5. Estas variáveis são interpretadas no sentido de verificar se a cardinalidade resultante da ACP está a contribuir para aumentar ou para diminuir a criticidade. Um sinal positivo é atribuído quando a componente em questão aumenta a criticidade, e um sinal negativo é atribuído na situação inversa;
7. Cálculo do *score* para cada unidade territorial de análise, i.e., a secção estatística. O cálculo é realizado por simples soma algébrica do *score* extraído em cada componente principal, de acordo com a cardinalidade atribuída, e com atribuição de ponderações, segundo a percentagem de variância explicada de cada componente;
8. Aplicação de uma transformação linear pelo método do mínimo-máximo aos *scores* da criticidade, para que a amplitude de valores se situe entre 0 e 1. Como a avaliação da criticidade foi inicialmente aplicada a todas as secções estatísticas da AML, o *score* de criticidade mais elevado obtido nos municípios do PLAAC Arrábida foi de 0,87994. Deste modo, para assegurar a equiparação com os *scores* de suscetibilidade e exposição, foi realizada uma nova transformação linear pelo método do mínimo-máximo, onde o valor de 0,87994 passou a corresponder a 1.

## 4.5 Análise do Risco Atual e Futuro

A análise de risco efetuada baseia-se num índice de risco multiperigo, que combina os três principais componentes do risco: a suscetibilidade, a exposição e a vulnerabilidade. O Índice de Risco Multiperigo (IRM) é adimensional e resulta do produto da suscetibilidade (S), da exposição (E) e da vulnerabilidade (V), com recurso à equação (8):

$$IRM = S^{\frac{1}{3}} \times E^{\frac{1}{3}} \times V^{\frac{1}{3}} \quad (8)$$

O IRM, considerando as devidas diferenças em relação à escala, componentes de risco e dados de entrada, baseia-se no INFORM, que é um índice de risco de referência internacional, que combina dados de 16 componentes que descrevem perigos, exposição, vulnerabilidade e falta de capacidade de suporte (De Groeve *et al.*, 2014). A formulação adotada neste trabalho foi aplicada recentemente com sucesso na escala municipal em Portugal, para o risco de cheia (Santos *et al.*, 2020) e de movimentos de massa em vertentes (Pereira *et al.*, 2020).

A análise de risco, com o cálculo do IRM, foi efetuada para a atualidade e para o clima do final do século XXI, considerando os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Adotou-se como unidade territorial (UT) de análise a secção estatística, tal como definida na Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011).

A suscetibilidade multiperigo foi calculada recorrendo à interseção das UT com as áreas suscetíveis de serem afetadas por cada um dos processos que respondem ao forçador climático, considerados na avaliação da exposição: incêndios rurais/florestais; instabilidade de vertentes; inundações por cheias rápidas; inundações estuarinas; inundações e galgamentos costeiros; e erosão costeira e recuo de arribas. O exercício foi realizado para três cenários, correspondentes à situação atual (cenário 1) e ao clima do final do século XXI, para o RCP 4.5 (cenário 2) e RCP 8.5 (cenário 3).

Para cada UT, e para cada cenário, a suscetibilidade multiperigo foi calculada pela soma da percentagem de área afetada por cada um dos processos considerados, de acordo com a equação (9):

$$SUTi = \sum_{i=1}^n Zi PCi \quad (9)$$

onde:  $Zi$  é a fração (%) da Unidade Territorial  $i$  intersetada por cada perigo;  $PCi$  é o perigo climático  $i$  (incêndios rurais/florestais; instabilidade de vertentes; inundações por cheias rápidas; inundações estuarinas; inundações e galgamentos costeiros; erosão costeira e recuo de arribas).

Uma vez que os processos envolvidos no recuo de arribas e na instabilidade das vertentes são os mesmos, os valores correspondentes da equação (9) foram contabilizados uma única vez nos casos em que se verifica sobreposição espacial destes 2 tipos de perigos.

A exposição multiperigo foi calculada a partir da interseção das UT com os edifícios expostos a cada um dos perigos considerados. A população residente nestes edifícios foi estimada por cartografia dasimétrica a partir dos dados dos Censos de 2011. Como no caso da suscetibilidade, o exercício foi realizado para três cenários,

correspondentes à situação atual (cenário 1) e ao clima do final do século XXI, para o RCP 4.5 (cenário 2) e RCP 8.5 (cenário 3).

Para cada UT e para cada cenário, a exposição multiperigo foi calculada pela soma da população residente exposta a cada um dos processos considerados, de acordo com a equação (10):

$$EUTi = \sum_{i=1}^n Ri PCi \quad (10)$$

onde:  $Ri$  é o número de residentes em edifícios na Unidade Territorial  $i$  intersetados por cada perigo.

A vulnerabilidade considerada na equação (8) corresponde à criticidade e foi calculada para cada UT, de forma independente da suscetibilidade e exposição, tal como descrito na secção 4.4.

No final, antes da integração no índice de risco multiperigo, as três componentes do IRM (suscetibilidade, exposição e vulnerabilidade) foram escaladas para o intervalo [0, 1] usando o método min-max (equação 11):

$$X_{i,norm}^m = \frac{X_i^m - X_{i,min}}{X_{i,max} - X_{i,min}} \quad (11)$$

Onde:  $X_i^m$  - é o valor da componente  $i$  do IRM na Unidade territorial  $m$ ;  $X_{i,min}$  - é o valor mínimo da componente  $i$  do IRM;  $X_{i,max}$  - é o valor máximo da componente  $i$  do IRM;  $X_{i,norm}^m$  - é o valor normalizado da componente  $i$  do IRM na Unidade territorial  $m$ .

Os valores de  $X_{i,max}$  e  $X_{i,min}$  foram determinados para cada componente do IRM tendo em conta a gama completa de valores obtidos para os três cenários considerados, no conjunto dos três municípios abrangidos pelo PLAAC Arrábida. Com este procedimento, os resultados obtidos para o IRM são diretamente comparáveis, nas suas variações no espaço e no tempo.

Por último, refira-se que, como o processo de integração é multiplicativo, o IRM é igual a zero sempre que qualquer uma das três componentes que o definem (suscetibilidade, exposição, vulnerabilidade) é igual a zero.

## 4.6 Identificação de Territórios em Risco Prioritários

Os territórios em risco prioritários (TRP) foram definidos a partir da análise de risco, com cálculo do Índice de Risco Multiperigo (IRM), efetuado para a atualidade e para o clima do final do século XXI, considerando os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5. Adotou-se como unidade territorial (UT) de análise a secção estatística, tal como definida na Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011). O IRM é adimensional (entre 0 e 1) e resulta do produto da suscetibilidade (S), da exposição (E) e da vulnerabilidade social (V).

A suscetibilidade multiperigo foi calculada recorrendo à interseção das secções estatísticas com as áreas suscetíveis de serem afetadas por cada um dos processos que respondem ao forçador climático, considerados na avaliação da exposição: incêndios rurais/florestais; instabilidade de vertentes; inundações por cheias rápidas; inundações estuarinas; inundações e galgamentos costeiros; e erosão costeira e recuo de arribas.

A exposição multiperigo foi calculada a partir da interseção das secções estatísticas com os edifícios expostos a cada um dos perigos considerados. A população residente nestes edifícios foi estimada por cartografia dasimétrica a partir dos dados dos Censos de 2011. Adicionalmente, a presença de equipamentos estratégicos, vitais e/ou sensíveis expostos foi considerada na caracterização dos territórios em risco prioritários.

A vulnerabilidade social foi calculada com recurso a Análise de Componentes Principais (ACP). Na caracterização dos territórios em risco prioritários atenta-se às pontuações das quatro componentes principais identificadas, para melhor classificação da criticidade.

A componente principal 1 (FAC1) traduz o emprego e as qualificações e explica 32,5 % da variância total. Tem relação positiva com a proporção de indivíduos com ensino básico e com emprego no sector secundário, e relação negativa com a proporção de indivíduos com ensino superior completo e de indivíduos com idade ativa empregados.

A componente principal 2 (FAC2) traduz a idade, género e contexto urbano envelhecido e explica 22,5 % da variância total. Tem relação positiva com a população residente com idade igual ou superior a 65 anos, a proporção de população feminina no total de população residente, a proporção de edifícios construídos antes de 1970 e a proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual arrendados.

A componente principal 3 (FAC3) traduz as condições de alojamento e explica 10,3 % da variância total. Tem relação positiva com a proporção de edifícios construídos antes de 1970 e com a proporção de alojamentos familiares clássicos de residência habitual com área até 50 m<sup>2</sup>. Apresenta relação negativa com a proporção de edifícios com estrutura de betão armado e a proporção de alojamentos familiares de residência habitual com banho.

A componente principal 4 (FAC4) traduz a estrutura familiar e explica 8,4 % da variância total. Tem relação positiva com a proporção de famílias clássicas com 5 ou mais pessoas e os alojamentos familiares clássicos de residência habitual arrendados.

Os Territórios em Risco Prioritários (TRP) correspondem às secções estatísticas com Índice de Risco Multiperigo (IRM) mais elevado, na atualidade e no final do século XXI, considerando os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5.

# 5 PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO

## 5.1 Abordagem Conceptual

A participação ativa, também apelidada de colaboração, emergiu visando “amplificar as vozes menos ouvidas”, ou mesmo não ouvidas, partilhando da ideia que a imposição sem um consenso alargado leva ao falhanço (Christie & White, 2007), enquanto o uso de abordagens de baixo para cima leva ao sucesso (Ansell & Gash, 2008). Isto tem como pressuposto que os *stakeholders*<sup>1</sup> têm um papel chave no processo (Berkes, 2009). O objetivo principal da participação ativa é assegurar a colaboração interventiva e responsável de todos os *stakeholders* interessados. A estratégia para esta colaboração ganhou espaço assegurando meios para abordar questões relacionadas com os sistemas socioecológicos, que mais uma vez, responde a uma crescente procura pela participação. Apoiado em duas ideias chave – o “Intercâmbio Social” (*Social Exchange*) e a “Abordagem em Rede” (*Network Approach*) – o conceito de colaboração provou que contribui para relações sociais duráveis, essencial para a sustentabilidade de longo prazo (Nkhata *et al.*, 2008).

A ideia central da participação ativa é melhorar a mudança relacional, contribuindo para a construção de capital partilhado: social, intelectual e político (Gruber, 1994).

O capital **social** é definido como a soma dos recursos atuais e potenciais incorporados, disponíveis e derivados da rede de relacionamentos de uma unidade individual ou social (Innes *et al.*, 1994; Mäkelä, 2007; Yu *et al.*, 2013). Este capital, construído através fortalecimento de relações (pessoais e profissionais) na forma de criação de confiança, nas normas de comportamento e nas redes de comunicação, cria o potencial para o diálogo genuíno entre *stakeholders*, aumentando o entendimento e partilha de conhecimento, e consequentemente contribui para a predisposição para a redução conflitos (Stratoudakis, Farrall & Vasconcelos, 2019).

Por outro lado, o capital **intelectual** fornece uma base comum para a discussão e leva os participantes a conseguir acordos conjuntos sobre as questões em debate ao criar condições para que usem informações partilhadas para coordenar interesses, desempenhando, assim, um papel crucial na capacitação dos *stakeholders* com as ferramentas adequadas para a coordenação de ações e resolução de conflitos. Na maioria dos processos de participação, os *stakeholders* também constroem capital **político**, através da formação de alianças e acordos sobre propostas que proporcionam ganhos mútuos, criando a possibilidade de as propostas serem adotadas e implementadas (Yu *et al.*, 2013; Innes *et al.*, 1994). O capital político do grupo contribui para influenciar a decisão.

Nesta perspetiva, através deste capital partilhado, os indivíduos agem coletivamente e partilham conhecimento, tornando-se os principais facilitadores para a partilha de conhecimento, o que incentiva a comunicação e capacita ações mais efetivas para atingir a meta comum (Hage *et al.*, 2010), algo que eles não são capazes de realizar apenas como indivíduos (Innes & Booher, 1999 em Stratoudakis, Farrall & Vasconcelos, 2019). É considerado

---

<sup>1</sup> stakeholders/partes interessadas: todas as "entidades ou indivíduos que possam razoavelmente esperar ser significativamente afetados pelas atividades, produtos ou serviços da organização e, por outro lado, que as suas atividades possam de alguma forma afetar a capacidade da organização para implementar com sucesso as suas estratégias e alcançar objetivos" (ISO & GRI, 2014, p.9) ou indivíduo ou grupo que tem interesse em qualquer decisão ou atividade de uma organização (ISO 26000, Clause 2)

capital porque o seu valor aumenta à medida que é utilizado, uma vez que ajuda e vive entre os participantes, mesmo depois do grupo se dissolver, beneficiando das ações coordenadas a longo prazo.

Desta forma, a construção deste tipo de capital partilhado é crucial quando as pessoas tendem a discutir questões ambientais, nomeadamente a construção de capital social, pois contribui para que possa existir a um compromisso afetivo (por exemplo, envolvimento emocional), influenciando o comportamento coletivo dos indivíduos (Yu *et al.*, 2013). Por exemplo, em áreas de preservação de valores naturais as relações sociais têm um papel crucial porque “dá espaço à conservação, ao mesmo tempo que a conexão social se expande e o capital de conexão se reforça”, contribuindo para a mudança de relações baseadas no conflito para relações com base em interações cooperativas (Nkhata *et al.*, 2008). A mudança de tipo de relação entre *stakeholders* é vista como o estado colaborativo (Nkhata *et al.*, 2008). Isto pode ser facilmente extrapolado para outras áreas de conflito potencial, tais como as alterações climáticas.

O sucesso da construção destes três tipos de capitais – social, intelectual e político – conduz ao *empowerment* da comunidade, contribuindo para que a sociedade se aproprie dos processos e se torne elemento ativo e interventivo nos mesmos. Assim, a sociedade dissemina uma diversidade de conceitos, criando o que hoje se chama de inteligência coletiva. Deste modo, contribui-se para a criação de comunidades resilientes, elemento essencial no contexto das alterações climáticas.

A Convenção de Aarhus, que confere ao público (indivíduos e associações suas representantes) o acesso à informação, participação pública e à justiça em matéria de ambiente, assinada pelos países da UE em 1998, entrou em vigor a 30 de outubro de 2001. Esta Convenção parte do pressuposto de que uma melhoria da participação e da sensibilização do público em matéria do ambiente conduz a uma melhoria da proteção do ambiente, estabelecendo o ponto de partida a emergência para a cogestão ambiental que passa a tornar-se um requisito para um número crescente de especialistas, acelerado por um aumento dos enquadramentos legais que promovem direta ou indiretamente a participação. Neste novo contexto, o envolvimento direto da sociedade civil promove uma cidadania responsável e ativa de todos e assegura a sustentabilidade a longo prazo. Contudo, alguns especialistas sentem-se frustrados com a inadequação dos processos de participação conduzidos, e, portanto, considera-se a participação como sendo uma ferramenta potenciadora de conflitos sociais, em vez de veículo para aumentar a probabilidade de inclusão do interesse público no processo, criando condições para que as decisões respondam mais adequadamente às necessidades, levando a uma implementação mais eficaz e eficiente (Vasconcelos, 2005).

A participação ativa apoiada em metodologias colaborativas visa promover a apropriação do processo pelos *stakeholders* envolvidos, torná-lo inclusivo, transparente e colaborativo e assegurar um diálogo genuíno (Habermas, em Honneth, & Hans Joas, 1991) entre todos, de modo que se oiçam uns aos outros – escuta ativa – e partilhem experiências e conhecimento, construindo soluções conjuntas.

### 5.1.1 Dificuldades na implementação da participação

Em muitos casos, o processo de decisão pública não está aberto ao envolvimento direto das populações potencialmente afetadas e/ou só está previsto no final do processo, resultando em formas de participação informativa ou consultiva. Frequentemente, isto gera queixas dos que gostariam de fazer parte do processo. De

facto, no envolvimento tradicional dos *stakeholders* nos processos decisórios, são maioritariamente restringidos a audiências e consultas públicas (e.g., projetos de ambiente) (Vasconcelos, 2007).

Simultaneamente, quando há envolvimento de *stakeholders*, há também queixas quanto ao processo e/ou não atenderem aos contributos sugeridos. Outra parte da controvérsia associada aos processos decisórios que integra a componente de participação resulta da dificuldade de, em tempo útil, integrar as preocupações e os interesses dos que são diretamente afetados pelas decisões. Isto contribui para alimentar o conflito e radicalizar posições, dificultando muitas vezes a implementação da participação (Lake, 1987).

Existe também a resistência dos técnicos, que veem a participação como uma interferência no seu trabalho e um desafio ao seu conhecimento da especialidade. Bem como os políticos que frequentemente refutam a participação, por a considerarem como uma partilha do poder de que estão investidos nos seus cargos, ou por eleição ou por terem sido nomeados. Há, ainda, uma série de mitos nas arenas técnico-políticas (tabela 5.1), relativos à participação ativa nos processos de decisão, que dificultam a integração da componente social nestes processos, restringindo as possibilidades de reduzir a controvérsia (Vasconcelos, 2005; Vasconcelos, 2007).

**Tabela 5.1 - Mitos e respetivas respostas relativos à participação ativa em processos de decisão.**

Mitos	Resposta aos mitos
Sociedade civil participa ao nível <b>técnico</b>	A sociedade civil traz para o processo as suas perspetivas e o seu conhecimento do dia a dia e mais próximo do local, não desafia o trabalho técnico, mas questiona a localização, por exemplo.
Participação coloca na <b>berlinda</b> o trabalho técnico	
O <b>conhecimento técnico</b> é o único <b>relevante</b> para a decisão	Em problemas complexos, que são os que dão frequentemente controvérsia quando não há consenso, é geralmente o conhecimento mais leigo e perto do local que desbloqueia a situação e permite gerar novas soluções.
As pessoas <b>não sabem participar</b>	Se forem definidas as regras e o processo for estruturado e faseado, e que esteja muito claro como vão ser usados os resultados, as pessoas embarcam no processo e participam ativamente.
Participação alargada <b>cria entropia</b>	Como qualquer outra área científica a participação tem metodologias e a facilitação profissional que permite manter o debate mesmo em casos controversos.
Só os <b>mais educados</b> devem participar	Todos devem poder participar, pois cada um traz a sua visão, perspetivas e interesses para o processo, cada um adquire maior compreensão do projeto/plano, permitindo que se apropriem do mesmo facilitando a sua implementação.
As pessoas <b>controversas devem ser excluídas</b> da participação	Essas são as que devem estar envolvidas pois caso sejam excluídas do processo irão criar problemas na implementação a jusante.
Todos devem participar <b>em tudo</b>	Não, depende do que está a ser analisado e debatido, depende do assunto em discussão e do perfil de cada stakeholder, embora o espaço deva estar sempre aberto a todos poderem participar.
Os participantes só defendem os <b>seus interesses</b> e não o bem coletivo	À medida que o processo progride há como uma evolução que frequentemente leva os participantes a procurarem respostas que convergem com os interesses na mesa.
A participação <b>retira poder</b> aos políticos	Aqui temos de ter em mente que falamos de dois tipos de poder: o poder investido (dos políticos) e o poder do grupo como influenciador da decisão (Foucault, 1996). Por vezes os processos participativos, quando bem-sucedidos, aumentam a base de sustentação do político.
Participar é só dar <b>informação</b>	Não, é muito mais do que isso, é informar, participar, colaborar e co-construir.
Há um <b>formato único</b> de participação	Não. Há participação mais ativa e mais passiva. A informação é uma forma passiva de participação, mas há outras um pouco mais ativas como consulta e audiência pública. Mas o leque é variado até à participação colaborativa.
Interação e <b>interatividade</b>	Os processos mais ativos – colaborativos – exigem muitas vezes um processo que os técnicos/especialistas veem como lineares, tenham de se reformular e permitam voltar a uma fase anterior, para uma discussão mais profunda antes de avançar.
Só o plano/projeto/estudo tecnicamente <b>perfeito/finalizado</b> é que pode ser submetido a apreciação pública	Quando se trabalha em contextos de participação ativa através de processos colaborativos temos de trabalhar com documentos que são revistos e reformulados e, portanto, temos de trabalhar com rascunhos que se vão formando ao longo do processo.

Parte dos especialistas assume que a participação é só um veículo de informação e, portanto, as sessões assumem um formato passivo, sem deliberação e com baixa componente interativa. Estas sessões são dirigidas a informar, mais do que construir conjuntamente as decisões e, portanto, restringido a audiências e consultas públicas. Isto revela-se inadequado para incorporar os interesses dos *stakeholders* e as suas aspirações, e não assegura a integração dos diferentes tipos de conhecimento para apoiar uma decisão fundamentada. Quando aplicadas a questões complexas, onde se enquadram as alterações climáticas, pecam pela falta de interação, essencial para a resolução de conflitos. Portanto, abordagens participativas ativas recorrendo a formatos colaborativos podem constituir a melhor forma de expandir o envolvimento de *stakeholders*, em reuniões dinâmicas, estruturadas e facilitadas profissionalmente, onde a participação dos *stakeholders* é inclusiva, criativa e baseada no diálogo genuíno (Habermas, in Honneth, & Hans Joas, 1991; Vasconcelos, 2000).

O cerne do problema com que se confronta a integração da participação ativa está relacionado com a confrontação de dois modelos operativos – o modelo racional instrumental e o modelo de participação interativo – com papéis e regras distintos, o que torna difícil para quem opera quase exclusivamente no modelo racional compreender ou mesmo aceitar o outro modelo. Isto reflete-se no tipo de democracia, o primeiro mais ligado à democracia representativa e o segundo à deliberativa.

De facto, a participação cidadã está intensamente ligada à filosofia de democracia e, como tal, evolui passo a passo com a mesma. Por exemplo, em democracia meramente representativa, a participação assume uma faceta mais passiva, como a informativa ou consultiva; no entanto, se já contém laivos de democracia deliberativa, então a participação requer formas mais ativas, como participação ativa ou cooperativa, procurando o envolvimento, a colaboração e o *empowerment*, através de uma intervenção mais substancial no processo decisório.

No entanto, é possível analisar o sucesso ou insucesso na participação. Parte da literatura defende que uma participação de sucesso é aquela que tem significado. Ora, o que constitui uma forma participação com significado tem sido largamente debatido e está ainda por definir categoricamente, se bem que muitos especialistas e investigadores já identificam fatores críticos para uma participação bem-sucedida.

Cada especialista opera como uma visão diferente. Há um pressuposto dos que advogam uma participação efetiva, dizendo que isso aumenta a possibilidade do interesse público ser concretizado, comentando que os especialistas devem ter o poder de propor decisões, mas, simultaneamente, integrar os desejos e necessidades dos cidadãos. Alguma forma de equilíbrio deve ser conseguida. Conseguir este equilíbrio é um problema de liderança, organização, alternativas, e sistemas de responsabilidade e confiança (Day, 1997). A adoção de uma postura participativa no processo decisório – onde se expande o envolvimento dos cidadãos – é justificável dada a necessidade de envolver utilizadores ou potenciais impactados (agora ou no futuro), de forma a garantir que as políticas propostas respondem adequadamente às necessidades, integram os diferentes tipos de conhecimento e asseguram uma implementação eficiente e efetiva.

### 5.1.2 A viragem deliberativa e contextos de grande complexidade

Com a viragem deliberativa dos anos 90, a teoria da democracia evoluiu de uma mera agregação de preferências para se tornar “um controlo democrático através da comunicação que encoraja a reflexão sobre preferências sem

coerção”<sup>2</sup> (Dryzek, 2000). A ideia chave não é criar mais governo, mas operar em formatos organizacionais em rede, assumindo um papel crucial em trazer a contestação dos discursos para a mesa de forma transparente. Uma forma de contribuir para estes formatos organizacionais em rede é através da criação e estruturação de fóruns para o debate de ideias, promovendo a interação. Isto corresponde ao desafio colocado por Bryson *et al.*, (1992), comentado mais à frente. Este posicionamento é tanto mais importante se considerarmos que vivemos num mundo em que “ninguém está no comando”<sup>3</sup> onde “instituições e organizações têm de partilhar objetivos, atividades, recursos e poder, ou autoridade para conseguir ganhos coletivos e minimizar as perdas”<sup>4</sup> (Bryson *et al.*, 1992).

Mais, em áreas de políticas e gestão, os problemas são frequentemente de complexidade elevada, o que Rittel e Weber (1973) apelidaram de “perversos”<sup>5</sup>. Estes problemas apresentam uma multiplicidade de soluções, dependendo da definição do problema e requerem algum processo de consensualização. De facto, a literatura sugere que o modelo científico é inadequado nestes casos, porque apoia-se em regras para resolver problemas e não para os definir, que é o que está em jogo no processo decisório. (Dryzek, 2000).

Além disto, um dos aspetos frequentemente ignorados no processo decisório em contextos complexos é que as questões que se colocam não são exclusivamente técnicas, mas incluem um conjunto de opções políticas e julgamentos de valor que, quando não são atempadamente tidos em consideração, podem gerar mais tarde uma controvérsia substancial (Lake, 1987). De acordo com parte da literatura, a realidade é socialmente construída (Berger & Luckmann, 1967), e que o conhecimento socialmente construído é mais influente no processo decisório (Innes & Booher, 2000) assumindo um papel central o conhecimento com significado, particularmente relevante em contextos deliberativos.

Isto representa a perspetiva construtivista que defende que “o uso do conhecimento é mais bem compreendido como um processo de construir, desconstruir, e reconstruir crenças acerca da verdade e utilidade dos resultados de investigação” (Dunn, 1989). Portanto, novos formatos de participação devem ser procurados, enquanto veículos para a construção de capital social, intelectual e político (Innes *et al.*, 1994; Gruber, 1994), permitindo o reajustamento da perspetiva dos participantes, frequentemente gerando soluções inovadoras. A estes três tipos de capital alguns autores acrescentam o capital institucional, “desenho institucional sistemático”<sup>6</sup> (Healey, 1997), i.e., a introdução e novas regras e papeis.

Existe, assim, um novo desafio emergente em termos de qual a forma adequada institucionalmente aos processos para a participação e desenvolvimento de responsabilidades partilhadas entre os diferentes *stakeholders*. Isto exige uma abertura do contexto operacional, usando novas formas de envolvimento informado e expandido, permitindo a integração dos seus valores e interesses, desde o início do processo decisório.

Em suma, este tipo de participação deve ser vista como um recurso imprescindível à governância que se apresenta como resposta às novas preocupações, uma solução diferente para problemas tanto especiais como atuais (Aragão, 2005), e pauta-se pelos princípios da transparência, coerência, abertura, eficácia e democracia participativa. Tal como qualquer outra área científica, a governância é apoiada numa estrutura conceptual e

---

<sup>2</sup> “a democratic control through communication that encourages reflection upon preference without coercion” (Dryzek, 2000).

<sup>3</sup> “no one in charge” (Bryson *et al.*, 1992)

<sup>4</sup> “Institutions and organizations have to share objectives, activities, resources and power, or authority to make collective gains and minimize losses” (Bryson *et al.*, 1992)

<sup>5</sup> “wicked”. (Rittel e Weber, 1973)

<sup>6</sup> “systematic institutional design” (Healey, 1997),

requisitos que a suportam, para que seja conducente ao sucesso. Assim como mencionado anteriormente, estes processos de participação ativa caracterizam-se pela participação em áreas complexas e com um grau acentuado de incerteza bem como com tendência para gerar controvérsia (Vasconcelos, 2007), pelo que se o planeamento e desenvolvimento de estratégias nos contextos de risco e alterações climáticas for considerado uma atividade política, então, alguma forma de participação cidadã ativa parece necessária num estado democrático. Portanto, a criação de espaços colaborativos, inclusivos e com diálogo genuíno é necessária, através de facilitação profissional, nomeadamente pela capacitação de um grupo-alvo, neste caso visando especificamente uma governança colaborativa local.

## 5.2 Estrutura Metodológica

### 5.2.1 Considerações gerais sobre o envolvimento de *stakeholders*

Num mundo cada vez mais complexo, os processos de envolvimento de *stakeholders* evoluíram do “podem” para o “devem” estar envolvidos incluídos para a maioria das entidades públicas e privadas. As crescentes interações entre as esferas sociais, ambientais, culturais e políticas na nossa sociedade exige um crescente envolvimento dos *stakeholders* nos contextos de políticas públicas. De facto, ao nível das políticas públicas temos de ultrapassar rapidamente o paradigma reducionista da era industrial em que devíamos tratar autonomamente cada domínio e/ou sector (e.g., apenas as políticas públicas sociais, ou apenas as políticas públicas referentes à economia). Decisores e organizações envolvidos no desenvolvimento e implementação destas políticas estão em escrutínio crescente e o desafio que se lhes coloca é abrir o processo decisório a um leque cada vez maior e mais diversificado de atores que possam contribuir para que as mesmas sejam alimentadas com as inúmeras e heterogéneas perspetivas da sociedade. Isto permitirá construir uma base sólida e substantiva de *accountability* (responsabilização) e assegurar um diálogo salutar e construtivo entre disciplinas e sectores.

O desafio de envolver *stakeholders* é tanto mais necessário em processos e políticas relacionados com a sustentabilidade, uma área que por definição é complexa, interdisciplinar e que será cada vez mais confrontada com desafios crescentes tais como as mudanças climáticas, escassez de recursos, equidade, etc.

Este envolvimento de *stakeholders* é um processo de dupla entrada, visando trazer experiências e perspetivas adicionais ao processo decisório, e uma forma de tornar os atores locais mais conscientes e responsáveis face às ações que influenciam as políticas a longo prazo, ou seja, mais socialmente responsáveis.

De acordo com o padrão internacional ISO 26000 “Orientações em responsabilidade social” o envolvimento do *stakeholder* representa uma “atividade executada para criar oportunidades de diálogo entre a organização e um ou mais dos seus *stakeholders*, visando fornecer uma base informada para as decisões da organização”. O envolvimento é considerado pelo mesmo padrão como um princípio chave da política de responsabilidade social de uma organização (empresa, autoridade pública, ONG, etc.).

### 5.2.2 Benefícios e oportunidades para o envolvimento de *stakeholders* nas políticas de sustentabilidade

O setor do risco é muito sensível e dependente da perceção do público em geral e dos *stakeholders*. Complementarmente, as abordagens requerem a cooperação destes dois elementos, quer para a compreensão

do risco, quer para formas de gestão inovadoras e sucesso na sua implementação. No passado, os esforços de comunicação nas abordagens tradicionais baseavam-se no componente de informar, anunciar e mesmo de marketing. Hoje, sabe-se que envolver os *stakeholders* e comunidades nos processos é crucial, devido aos benefícios e oportunidades que despoletam. Estes benefícios incluem:

- base alargada da sociedade para solicitar e testar ideias, debater alternativas para questões ligadas às alterações climáticas;
- maior possibilidade de decisões fundamentadas a longo prazo e de ações para a sociedade, quanto mais alargada e diversa for a representação dos grupos de *stakeholders*;
- promoção de liderança e do pressuposto de responsabilidade perante as decisões;
- melhoria da *pool* de criatividade e soluções inesperadas ou formas de como lá chegar;
- financiamentos e apoios por terceira parte<sup>7</sup>, usando orçamentos diferentes/adicionais incluindo parcerias público-privadas;
- inclusão de terceira parte com um historial meritório e longo na região;
- diferentes formas de pensar, várias perspetivas baseadas em tipos diferentes de especialidades e conhecimento de cada grupo;
- ancoramento na geração mais jovem como abordagem, caso os mais jovens estejam envolvidos no processo;
- envolvimento de jogadores dominantes para mudar as mentalidades convencionais quanto aos procedimentos “tradicionais” (e.g., construção convencional vs. construção verde) levando a efeitos positivos de longa duração;
- colaboração para efeitos sinérgicos (e.g., minimização de situações impactantes mais cedo nos processos em vez de tardiamente e de forma a remediar);
- *stakeholders* representando escalas regionais diferentes (desde cidades, partes de cidades, a regiões, níveis nacionais e internacionais) trazendo outras perspetivas para o processo, às escalas micro e macro;
- envolvimento de *stakeholders* que não sentem o mesmo tipo de “pressão” quando têm de fazer comentários e decidir.

Os métodos de identificação e seleção de *stakeholders* para políticas sustentáveis e organizações/autoridades e atividades são vastas. Mais, *stakeholders* diferentes têm, por vezes, interesses em competição. Por exemplo, os residentes de uma comunidade podem considerar os impactos positivos de uma autoridade ou política, tal como emprego, segurança ou limpeza do bairro, tal como os impactos negativos da mesma política, tais como a poluição.

De forma a considerar uma primeira “ordem” na paleta de *stakeholders*, as organizações podem usar como critério inicial para a identificação de *stakeholders* o modo como estes se posicionam face à organização ou atividade considerada: interna vs. externa; primária vs. secundária, atual vs. potencial; estratégica vs. moral; voluntária vs. involuntária, etc.

É importante destacar que nem todos os *stakeholders* de uma organização pertencem a grupos organizados que têm como propósito representar os seus interesses, pois pode ser o caso de grupos vulneráveis de cidadãos que

---

<sup>7</sup> Terceira parte pode ser um mediador/facilitador independente e como tal isento para conduzir o processo de diálogo entre as partes

têm dificuldades em se auto-organizarem. Estas categorias de *stakeholders* têm o risco de serem ignoradas nos processos decisórios. Mais, uma autoridade deve examinar se os grupos reivindicando poder de falar a favor de determinados *stakeholders* ou advogando causas específicas são representativos e credíveis, por exemplo, atenção especial deve ser dada às associações profissionais que raramente representam todos os interesses da indústria e das associações de consumidores e de cidadãos, que têm de conseguir vozes representativas.

De forma a ultrapassar estes desafios e assegurar que o processo de identificação e envolvimento de *stakeholders* começa com premissas fundamentadas, o *standard* de responsabilidade social ISO 26003 recomenda que organizações comecem por se questionar: para quem a organização tem obrigações legais? Quem poderá ser positivamente ou negativamente afetado pelas decisões ou atividades da organização (tais como políticas públicas)?

A tipologia de *stakeholders*, de acordo com Mitchell., Agle & Wood (1997), passa pelas seguintes perguntas: Quem será mais provável de expressar preocupações acerca das decisões e atividades da organização? Quem tem estado envolvido no passado e quando é que preocupações semelhantes precisam de ser abordadas? Quem pode ajudar a organização a abordar impactos específicos? Quem pode afetar a capacidade da organização para responder às suas responsabilidades? Respondendo a estas questões preliminares ajudará a ultrapassar o primeiro passo informal de identificação de *stakeholders* relevantes a serem envolvidos.

Um segundo passo mais formal consiste na classificação de *stakeholders* para priorizar quais estarão envolvidos na atividade ou política respetiva. A literatura e prática de envolvimento de *stakeholders* das últimas três décadas propõem vários critérios para a classificação de *stakeholders* para permitir às organizações priorizar o envolvimento daqueles que tenham um impacto direto na atividade ou processo.

### 5.3 Processo de Capacitação

A capacitação dos técnicos e dos agentes locais dos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal será coordenada pela equipa técnica da FCT-NOVA, contando, igualmente, com a colaboração de especialistas nacionais.

Os técnicos de cada câmara municipal a envolver neste processo - que serão indicados pelos próprios municípios antes do começo do programa de capacitação - deverão ser selecionados de acordo com as suas competências nas áreas de ordenamento do território e proteção civil, funções de gestão ou coordenação de área e disponibilidade para participação em sessões formativas e no acompanhamento do processo de elaboração do plano.

As sessões previstas no programa de capacitação, ao longo dos 18 meses alocados para a concretização do PLAAC-Arrábida, serão compostas por três reuniões e por cinco *workshops* destinados à participação e auscultação de atores estratégicos e municipais (*agentes locais*). Adicionalmente, estão também previstas duas reuniões de exposição: uma primeira, para capacitação técnico-política com o Fórum de Dirigentes; e uma segunda para apresentação dos resultados obtidos com o Fórum de Executivos dos três municípios.

Através destes eventos, pretende-se transmitir e partilhar conhecimentos, metodologias e experiências na área da adaptação às alterações climáticas. Pretende-se igualmente criar um grupo de trabalho no âmbito da adaptação às alterações climáticas e que participe, tanto durante o projeto como no pós-projeto/financiamento, no desenho e definição da: Visão Estratégica de Adaptação Climática; objetivos estratégicos e específicos de adaptação;

medidas e ações de adaptação; avaliação e monitorização do processo de adaptação e da consequente implementação no território.

A capacitação dos técnicos neste domínio será fundamental para que esta abordagem consiga ser seguida pelas três autarquias envolvidas, garantindo que o território fica provido de experiência de referência com técnicas adequadas para o futuro. Estima-se que este ponto esteja seja facilmente assegurado devido ao anterior envolvimento dos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal no PMAAC-AML, que os preparou previamente para a temática.

A tabela 5.2 apresenta as sessões do Programa da Capacitação do PLAAC-Arrábida, nomeadamente as tarefas associadas, o público-alvo e os objetivos e resultados esperados de cada uma delas, divididas pelas três fases do projeto.

Já a figura 5.1 mostra a organização do Programa de Capacitação do PLAAC-Arrábida no contexto da metodologia do projeto, previamente apresentada na secção 2.2.

**Tabela 5.2 - Organização do Programa de Capacitação de acordo com as fases e tarefas do projeto.**

Tarefas	Sessões	Público-Alvo	Objetivos e resultados esperados
<b>Fase 1 – Cenário base de adaptação</b>			
<p><b>Tarefa 1.1</b> Contextualização global das Alterações Climáticas</p>	<p><b>Reunião #0</b></p> <p>Sessão de capacitação técnico-política sobre a metodologia do programa de capacitação do PLAAC-Arrábida</p>	Fórum de Dirigentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitação técnico-política.</li> </ul>
<p><b>Tarefa 1.2</b> Caracterização Climáticas dos três concelhos</p> <p><b>Tarefa 1.3</b> Cenarização climática para cada concelho</p> <p><b>Tarefa 1.4</b> Caracterização social/cultural, económica e ambiental</p>	<p><b>Reunião #1</b></p> <p>Apresentação do programa metodológico, das tarefas dos municípios e análise das necessidades de informação</p>	Técnicos Municipais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposição da relevância institucional do trabalho a realizar.</li> <li>Enquadramento metodológico do PLAAC-Arrábida.</li> <li>Estabelecimento das prioridades e objetivos</li> <li>Identificação de Agentes Locais.</li> </ul>
<p><b>Tarefa 1.5</b> Análise Prospetiva – Cenários demográficos e tendências setoriais</p>	<p><b>Reunião #2</b> (em cada município)</p> <p>Constituição de Grupos Locais de Adaptação às Alterações Climáticas por cada Município. Validação/ Recomendação de estratégias locais de adaptação</p>	<p>Agentes Locais (Organizações Não Governamentais [ONG], Associações locais, Entidades com Responsabilidade Ambiental Específica, comunidade local), Técnicos Municipais, Técnicos de Autoridades Locais</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitação e sensibilização dos participantes.</li> <li>Abordagem técnica a estratégias e planos de adaptação às alterações climáticas.</li> </ul>

Tarefas	Sessões	Público-Alvo	Objetivos e resultados esperados
		de Proteção e Segurança	
<b>Fase 2 – Impactos e vulnerabilidades</b>			
<p><b>Tarefa 2.1</b> Análise de riscos climáticos</p> <p><b>Tarefa 2.2</b> Avaliação dos impactos climáticos atuais</p> <p><b>Tarefa 2.3</b> Avaliação da capacidade adaptativa</p> <p><b>Tarefa 2.4</b> Avaliação da sensibilidade climática</p> <p><b>Tarefa 2.5</b> Avaliação dos impactos climáticos futuros</p> <p><b>Tarefa 2.6</b> Avaliação das vulnerabilidades climáticas atuais e futuras</p> <p><b>Tarefa 2.7</b> Análise da perceção de risco pelas partes interessadas</p> <p><b>Tarefa 2.8</b> Identificação de territórios vulneráveis prioritários</p>	<p><b>Workshop #1</b></p> <p>Consolidar e co-construir a visão do PLAAC-Arrábida, identificar e georreferenciar elementos de proteção/segurança, estratégias e procedimentos de segurança e socorro, respetivos recursos e avaliar a perceção de risco com construção de mapas</p>	Técnicos Municipais, Técnicos de Autoridades Locais de Proteção e Segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visão (por município) do PLAAC-Arrábida.</li> <li>• Mapas de perceção de risco do território.</li> <li>• Caracterização dos elementos de proteção e segurança e da perceção de risco.</li> <li>• Caracterização dos impactos das alterações climáticas.</li> </ul>
	<p><b>Workshop #2</b> (em cada município)</p> <p>Consolidar e co-construir a visão do PLAAC-Arrábida, apresentar as alterações Climáticas, impactos atuais e futuros sobre o território, avaliar a perigosidade e vulnerabilidade setorial e territorial com construção de mapas de risco, caracterizar o conceito de risco climático e identificar impactos das alterações climáticas</p>	Agentes Locais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visão (por município) do PLAAC-Arrábida.</li> <li>• Mapas de perceção de risco do território.</li> <li>• Avaliação do grau de conhecimento dos agentes locais sobre risco climático e impactos das alterações climáticas.</li> </ul>
	<p><b>Visita Técnica</b></p> <p>Visita técnica pelas zonas de elevada vulnerabilidade perante os riscos associados às AC nos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal</p>	Agentes Locais, Técnicos Municipais, Técnicos de Autoridades Locais de Proteção e Segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação dos territórios vulneráveis prioritários nos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal.</li> </ul>
<b>Fase 3 – Opções de Adaptação</b>			
<p><b>Tarefa 3.1</b> Estratégia de adaptação às AC (visão, objetivos e medidas de adaptação)</p> <p><b>Tarefa 3.2</b> Plano de ação (fichas de ação)</p> <p><b>Tarefa 3.3</b> Integração da adaptação nos Instrumentos de Gestão Territorial municipais</p> <p><b>Tarefa 3.4</b></p>	<p><b>Workshop #3</b></p> <p>Co-construir medidas e ações territoriais de adaptação às alterações climáticas para os sectores de trabalho transversais (como definidos na ENAAC): Mar e Zonas Costeiras, Recursos Hídricos, Ordenamento do Território, Segurança de Pessoas e Bens</p>	Técnicos Municipais, Técnicos de Autoridades Locais de Proteção e Segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenção de conjunto de medidas e ações de adaptação às AC para os municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal.</li> </ul>
	<p><b>Workshop #4</b></p>	Agentes Locais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenção de conjunto de medidas e ações de adaptação às AC para os</li> </ul>

Tarefas	Sessões	Público-Alvo	Objetivos e resultados esperados
Sistema de monitorização e avaliação	Co-constituir medidas e ações territoriais de adaptação às alterações climáticas para os sectores de trabalho específicos (como definidos na ENAAC): Agricultura e Segurança Alimentar e Florestas e Silvicultura, Pescas e Aquacultura, Património Cultural, Energia e Segurança Energética, Biodiversidade e Património Natural, Saúde Humana, Transportes e Comunicações		municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal.
	<b>Workshop #5</b>  Analisar, complementar e estudar o modo de integração de medidas e ações concretas em orientações no planeamento territorial, através dos IGT	Técnicos Municipais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtenção da relação entre medidas/ações de adaptação às AC e respetivos IGT dos municípios de Palmela, Sesimbra e Setúbal onde deverão ser integradas.</li> </ul>
	<b>Reunião #3</b>  Consolidar e validar as medidas e ações de adaptação às AC e desenvolver plano de execução da estratégia de adaptação às AC	Técnicos Municipais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtenção das estratégias locais e medidas de adaptação às alterações climáticas preliminares para os concelhos de Palmela, Sesimbra e Setúbal.</li> </ul>
	<b>Reunião com Órgãos Autárquicos</b> (em cada município)  Apresentar os principais resultados do PLAAC-Arrábida	Executivo, Presidente da Assembleia Municipal, líderes de bancada e Presidentes das Juntas de Freguesia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação de resultados obtidos através da aplicação do Programa de Capacitação.</li> <li>Apresentação das medidas e ações de adaptação às AC por sector</li> </ul>

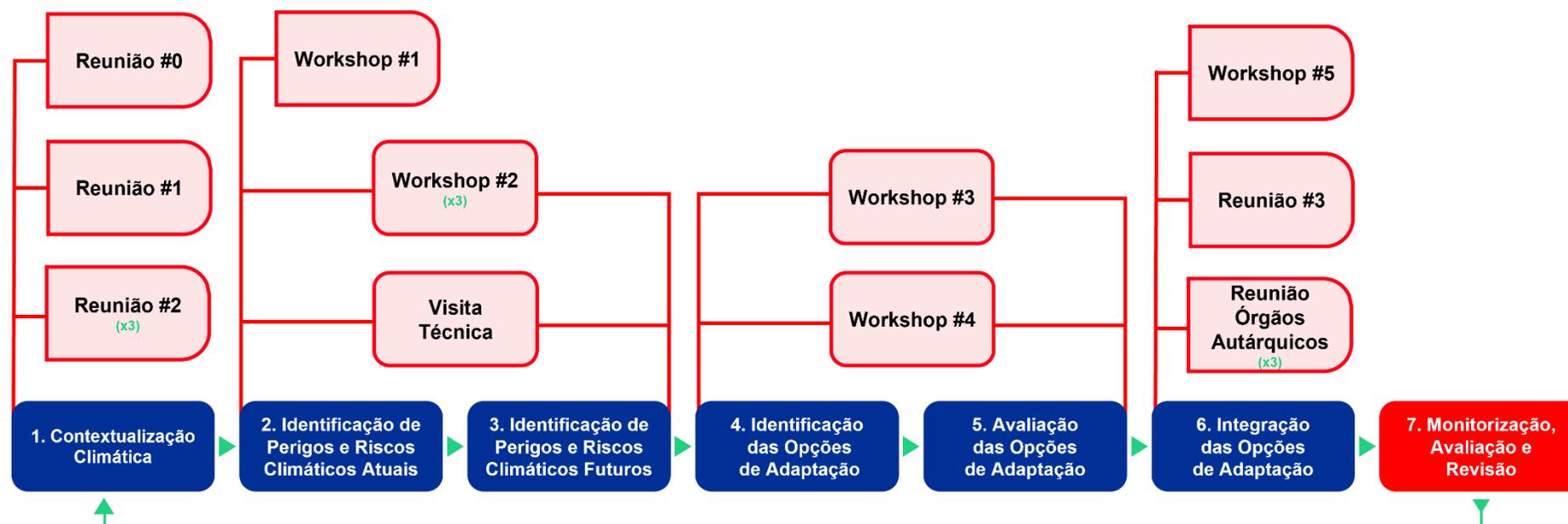


Figura 5.1 - Cronologia das sessões do Programa de Capacitação enquadradas no PLAAC-Arrábida.

## 6 EQUIPA TÉCNICA

### **ENA – Agência de Energia e Ambiente da Arrábida (Promotor)**

Cristina Daniel  
Fábio Cardona  
Isabel Rodríguez  
Orlando Paraíba

### **Câmara Municipal de Setúbal**

Alexandre Freire  
Cristina Coelho  
Vasco Raminhas Silva  
Ana Catarina Mateus

### **Câmara Municipal de Palmela**

Rui Farinha  
Bruno Pereira Marques  
Teresa Santos  
Gizela Mota  
Nuno Quelhas Moita  
Joaquim Carapeto  
Maria João Custódio Martins

### **Câmara Municipal de Sesimbra**

Marta Franco  
Sofia Lucas  
Catarina Carvalhos

### **Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa**

José Luís Zêzere  
Joana Sofia dos Santos  
Eusébio Reis  
Ricardo Garcia  
Susana Pereira  
Sérgio Oliveira  
Pedro Santos

### **NOVA School of Science and Technology | FCT-NOVA / MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente**

José Carlos Ferreira  
Lia Vasconcelos  
Ana Cruz  
Catarina Jóia Santos  
Cláudio Macedo Duarte  
Francisco Libreiro  
Renato Monteiro

## 7 GLOSSÁRIO

### **Adaptação**

Processo de ajustamento do sistema natural e/ou humano para resposta aos efeitos do clima atual ou expectável no futuro. 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 futuro expectável e seus efeitos.

### **Alterações climáticas**

Quaisquer mudanças no clima ao longo do tempo, devidas à variabilidade natural ou em resultado de atividades humanas.

### **Alterações climáticas antropogénicas**

Mudanças no clima atribuídas direta ou indiretamente a atividades humanas que alteram a composição global da atmosfera.

### **Anomalia climática**

Diferença no valor de uma variável climática num dado período relativamente ao período de referência. Por exemplo, considerando a temperatura média observada entre 1961/1990 (período de referência), uma anomalia de mais 2 °C para um período futuro significa que a temperatura média será mais elevada em 2 °C que no período de referência.

### **Capacidade de adaptação**

Capacidade dos sistemas, instituições, seres humanos e outros organismos de se ajustarem a potenciais danos, de tirarem partido das oportunidades, ou de responderem às consequências.

### **Capacidade de resposta**

Capacidade das pessoas, instituições, organizações e sistemas, para enfrentar, gerir e superar condições adversas a curto e médio prazo, utilizando as competências, valores, crenças, recursos e oportunidades disponíveis (por exemplo, sistemas de alerta precoce).

### **Cenário climático**

Simulação numérica do clima futuro, baseada em modelos de circulação geral da atmosfera e na representação do sistema climático e dos seus subsistemas. Estes modelos são usados na investigação das consequências potenciais das alterações climáticas de origem antropogénica e como informação de entrada em modelos de avaliação de perigos e riscos futuros.

### **Comunidade**

Grupo, demarcado espacialmente, de pessoas que interagem dentro de instituições comuns e que possuem um senso comum de interdependência e integração, com um elevado grau de coesão entre os seus membros, o que inclui conhecimentos, objetivos, práticas quotidianas e formas de agir e pensar.

### **Dias de chuva**

Dias com precipitação superior a 0,1 mm.

### **Dias de geada**

Dias com temperatura mínima inferior ou igual a 0 °C.

### **Dias de verão**

Dias com temperatura máxima superior ou igual a 25 °C.

### **Dias muito quentes**

Dias com temperatura máxima superior ou igual a 35 °C.

### **Exposição**

Presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções ambientais, serviços e recursos, infraestruturas, ou bens económicos, sociais ou culturais em locais que possam ser adversamente afetados [por perigos climáticos].

### **Extremos climáticos**

Ocorrência de valores superiores (ou inferiores) a um limiar próximo do valor máximo (ou mínimo) observado.

### **Forçamento radiativo**

Balanço (positivo ou negativo) do fluxo de energia radiativa ( $W/m^2$ ) – irradiância – na tropopausa, devido a uma modificação numa variável interna ou externa ao sistema climático, tal como a variação da concentração de dióxido de carbono na troposfera ou da radiância solar.

### **Frequência de evento climático**

Número de ocorrências de um determinado tipo de evento por unidade de tempo.

### **Grupo social**

Sistema de relações sociais que resulta da interação entre os seus membros de forma organizada com consciência de si e partilhando valores, princípios e objetivos. Não se define territorialmente, mas sim através de características socioculturais, sociodemográficas e/ou socioeconómicas.

### **Impactos**

Consequências nos sistemas naturais e humanos, decorrentes de eventos climáticos extremos e das alterações climáticas. Os impactos referem-se a efeitos sobre vidas, vivências, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestruturas devido à interação de alterações climáticas ou de eventos climáticos perigosos com a vulnerabilidade de uma sociedade ou sistema exposto.

### **Instrumentos de gestão territorial**

Programas e planos consagrados no Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT) (DL n.º 80/2015, de 14 de maio), com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 25/2021 de 29 de março, onde se

definem as regras sobre o planeamento e ordenamento do território em Portugal. Os instrumentos de gestão territorial são definidos na Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, que estabelece as bases gerais das políticas públicas e do regime jurídico do solo, do ordenamento do território e do urbanismo.

### **Medidas de adaptação**

Ações concretas de ajustamento ao clima atual ou futuro que resultam do conjunto de estratégias e opções de adaptação consideradas apropriadas para responder às necessidades específicas do sistema, fazendo reduzir a exposição e/ou a vulnerabilidade dos elementos expostos. Estas ações são de âmbito alargado, podendo ser categorizadas como estruturais, institucionais e sociais.

### **Mitigação (das alterações climáticas)**

Intervenção humana através de estratégias, opções ou medidas para reduzir a fonte ou aumentar os sumidouros de gases com efeitos de estufa, responsáveis pelas alterações climáticas. Exemplos de medidas de mitigação consistem na utilização de fontes de energias renováveis, processos de diminuição de resíduos, utilização de transportes coletivos, entre outras.

### **Modelo climático**

Representação numérica (com diferentes níveis de complexidade) do sistema climático da terra baseada nas propriedades, interações e respostas das suas componentes físicas, químicas e biológicas. Os modelos disponíveis atualmente com maior fiabilidade para representarem o sistema climático são os modelos climáticos globais de interação atmosfera-oceano, que permitem simular o clima e disponibilizam representações do sistema climático e respetivas projeções mensais, sazonais e interanuais.

### **Noites tropicais**

Noites com temperatura mínima superior ou igual a 20 °C.

### **Normal climatológica**

Valor médio de uma variável climática, tendo em atenção os valores observados num determinado local durante um período de 30 anos. Este período tem início no primeiro ano de uma década, sendo exemplo para Portugal a normal climatológica de 1971/2000.

### **Onda de calor**

Período de seis dias consecutivos em que a temperatura máxima do ar é superior em 5 °C ao valor médio das temperaturas máximas diárias no período de referência (1971-2000).

### **Opções de adaptação**

Alternativas para operacionalizar uma estratégia de adaptação. São a base para definir as medidas a implementar e responder às necessidades de adaptação identificadas. Consistem na escolha entre duas ou mais possibilidades.

### **Perigo**

Evento físico (e.g. precipitação intensa) ou impacto físico (e.g. cheia decorrente da precipitação intensa), de origem natural ou induzido pelo homem, que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem

como danos e perdas em bens, infraestruturas, meios de subsistência, ecossistemas, recursos ambientais e interrupção na prestação de serviços essenciais.

### **Perigosidade**

Probabilidade de ocorrência de evento físico (e.g. precipitação intensa) ou impacto físico (e.g. cheia decorrente da precipitação intensa), de origem natural ou induzido pelo homem, que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos na saúde, bem como danos e perdas em bens, infraestruturas, meios de subsistência, ecossistemas, recursos ambientais e interrupção na prestação de serviços essenciais.

### **Período de retorno**

Número médio de anos entre a ocorrência de dois eventos sucessivos com uma severidade idêntica. O inverso do período de retorno corresponde à probabilidade anual de ocorrência do evento.

### **Projeção climática**

Projeção da resposta do sistema climático a cenários de emissões ou concentrações de gases com efeito de estufa e aerossóis ou cenários de forçamento radiativo, frequentemente obtida através da simulação de modelos climáticos. As projeções climáticas dependem dos cenários de emissões/concentrações/ forçamento radiativo utilizados, que são baseados em assunções relacionadas com comportamentos socioeconómicos e tecnológicos no futuro, envolvendo por isso um grau substancial de incerteza.

### **Risco**

Potencial de consequências [= impactos] resultantes da ocorrência de um ou vários processos perigosos. O risco resulta da interação da vulnerabilidade, exposição e perigo.

### **Risco Aceitável**

Risco que se aceita facilmente, sem preocupações com a sua gestão. Em geral, os decisores e a população consideram que os gastos necessários para a redução do risco são injustificados.

### **Risco Tolerável**

Risco com o qual a sociedade aceita viver, por ter alguns benefícios com isso, mas com as condições de que (i) se está a efetuar um controlo eficiente, constantemente verificado; e (ii) o risco é mitigado, sempre que tal seja possível.

### **Seca meteorológica**

Medida do desvio da precipitação em relação ao valor normal, caracterizando-se pela falta de água induzida pelo desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação, a qual depende de outros elementos como a velocidade do vento, a temperatura, humidade do ar e a insolação. A definição de seca meteorológica deve ser considerada como dependente da região, uma vez que as condições atmosféricas que resultam em deficiências de precipitação podem ser muito diferentes de região para região.

### **Sensibilidade**

Atributos físicos de um sistema (por exemplo, material de construção de casas, tipo de solo nos campos agrícolas), atributos sociais, económicos e culturais (por exemplo, estrutura etária, estrutura de rendimentos) que influenciam a magnitude das consequências de um perigo.

### **Severidade**

Capacidade do processo ou ação para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu potencial destruidor.

### **Suscetibilidade territorial**

Incidência espacial do perigo, representando a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo num tempo indeterminado, sendo avaliada através de fatores de predisposição para a ocorrência dos processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.

### **Unidades morfoclimáticas (UMC)**

Áreas caracterizadas pela maior ou menor predominância de diferentes unidades de relevo com características e funções específicas (e.g. vales e depressões, serras e colinas, planícies e plataforma litoral).

### **Unidades de resposta climática homogénea (URCH)**

Correspondem a áreas homogéneas em termos de topografia, exposição e ventilação natural que, dependendo da diversidade dos tipos de uso e ocupação do solo, interação de modo particular com a camada limite da atmosfera, traduzindo a variedade dos climas locais de uma região nas escalas locais e regional. As URCH resultam do cruzamento entre as unidades morfoclimáticas (UMC) e as unidades de uso e ocupação do solo (UUOS).

### **Unidades de uso e ocupação do solo (UUOS)**

Áreas definidas em função da interferência das formas e tipos de ocupação do solo nas condições de ventilação, nos balanços radiativo e energético na camada limite atmosférica. Os tipos de ocupação do solo podem ser diversos e a sua função climática depende das características térmicas, propriedades refletivas (cor e albedo), rugosidade aerodinâmica, conteúdo de água e biomassa.

### **Vulnerabilidade**

Propensão ou predisposição para ser afetado negativamente. A vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos e elementos, incluindo a sensibilidade a danos e a falta de capacidade de resposta e de adaptação.

Operador programa: Promotor:



Parceiros:



## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amatulli, G., Camia, A., & San-Miguel-Ayanz, J. (2013). Estimating future burned areas under changing climate in the EU-Mediterranean countries. *Science of the Total Environment*, 450–451, 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.014>

Ansell, C., Gash, A., 2008. Collaborative governance in Theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory Advance* 18, 543e571.

APA (2020). Cartas de Zonas Inundáveis de Riscos de Inundações RH6 – Sado e Mira. Plano de Gestão dos Riscos de Inundações 2022/2027 – 2ª fase. Novembro de 2020.

Aragão, A. (2005). A Governância na Constituição Europeia: Uma oportunidade perdida?

Araújo, J. R. (2021). Impact of extreme rainfall events on landslide events in Portugal under climate change scenarios. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Berger, Peter L.; Luckmann, Thomas (1967). *The social construction of reality. A treatise in the sociology of knowledge*. Doubleday Press, USA.

Berkes, F., 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management* 90, 1692e1702.

Bryson, John M; Crosby, Barbara C. (1992). *Leadership for the Common Good. Tackling problems in a shared-power world*. San Francisco, Jossey-Bass

Christie P, White A (2007) Best practices in governance and enforcement of marine protected areas: an overview. *FAO Expert Workshop on Marine Protected Areas and Fisheries Management: Review of Issues and Considerations*. FAO, Rome.

ClimAdaPT.Local, 2015. *Estratégias de Adaptação às Alterações Climáticas: Guia Metodológico para a Elaboração de Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas*. Lisboa.

Day, D. (1997). Citizen Participation in Planning Process: An essencial Contested Concept? *Journal of Planning Literature* Vol.11.n3.

De Groeve, T., Polansek, K., Vernaccini, L. (2016). *Index for Risk Management -INFORM*. Publicatio. ed. Publications Office of the European Union, European Union, Luxembourg.

Dryzek, John S. (2000). *Deliberative Democracy and Beyond. Liberals, Critics, Contestations*. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Dunn, William (1989). Reconciling Divergent Models of Research Utilization. *Knowledge in Society: The International Journal of Knowledge Transfer*, vol 2:3, Fall 1989, pp.3-5.

Dupuy, J. Luc, Fargeon, H., Martin-StPaul, N., Pimont, F., Ruffault, J., Guijarro, M., Hernando, C., Madrigal, J., & Fernandes, P. (2020). Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review. *Annals of Forest Science*, 77(2). <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00933-5>

Foucault, Michel (1996) *Microfísica do Poder*, Coleção: Biblioteca de Filosofia e Hist. das Ciências Edições Graal, 23ª edição (1ª edição 1979), isbn: 9788570380746, p.182

Fritzsche, K.; Schneiderbauer, S.; Bubeck, P.; Kienberger, S.; Buth, M.; Zebisch, M.; Kahlenborn, W. 2014. *The Vulnerability Sourcebook: Concept and Guidelines for Standardised Vulnerability Assessments*. Germany: adelphi, EURAC - Institute for Applied Remote Sensing, Department of Geoinformatics – Z\_GIS, University of Salzburg.

Garcia, R.A.C., Oliveira, S.C., Zêzere, J.L. (2016). Assessing population exposure for landslide risk analysis using dasymetric cartography. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16 (12), p. 2769-2782.

GIZ and EURAC, 2017. *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk*. Bonn: GIZ.

Gruber, Judith (1994). *Coordinating Growth Management through Consensus Building: Incentives and Generation of Social, Intellectual and Political Capital*. Working paper 617. April 1994. Institute of Urban and regional Development, University of California at Berkeley, USA.

Hage, M., Leroy, P., & Petersen, A. C. (2010). Stakeholder participation in environmental knowledge production. *Futures*, 42(3), 254–264. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.11.011>

Healey, Patsy (1997). *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*. MacMillan Press.

Honneth, Axel, and Hans Joas, eds. (1991) *Communicative Action: Essays on Jürgen Habermas's The Theory of Communicative Action*. 1st MIT Press ed. Cambridge, Mass: MIT Press.

ICNF, Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (2012). *Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI) – Guia Técnico*. Direção de Unidade de Defesa da Floresta, abril 2012 (antes Autoridade Florestal Nacional). Disponível em <https://fogos.icnf.pt/sgif2010/InformacaoPublicaDados/guia-tecnico-pmdfci-afn-abril2012.pdf>

Innes, J. E., Gruber, J., Neuman, M., & Thompson, R. (1994). *Coordinating Growth Management through Consensus-Building*. 86.

Innes, Judith; Booher, David (2000). *Collaborative Policy Making: Governance through Dialogue*. In *Deliberative Policy Analysis: Understanding Governance in the Network Society*, edited by M. Hajer and H. Wagenaar. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (eds.), Cambridge University Press.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

ISO, & GRI. (2014). GRI G4 Guidelines and ISO 26000:2010 How to use the GRI G4 Guidelines and ISO 26000 in conjunction. [www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso-gri-26000\\_2014-01-28.pdf](http://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso-gri-26000_2014-01-28.pdf)

ISO/TMB. (2010). ISO 26000:2010(en), Guidance on social responsibility. [www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:en](http://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:en)

Kulp, S. A., & Strauss, B. H. (2019). New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. *Nature Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-019-12808-Z>

Lake, Robert W. (Ed.) (1987). *Resolving Locational Conflict*. Center for Urban Policy Research, Rutgers - The State University of New Jersey, USA.

Mäkelä, K. (2007). Knowledge Sharing Through Expatriate Relationships: A Social Capital Perspective. *International Studies of Management & Organization*, 37(3), 108–125. <https://doi.org/10.2753/IMO0020-8825370305>

Marques, F.; Andrade, C.; Taborda, R.; Freitas, C.; Antunes, C.; Mendes, T.; Carreira, D. (2009). Zonas Costeiras in F.D.Santos (edit.) *Plano Estratégico do Concelho de Sintra Face às Alterações Climáticas*, Câmara Municipal de Sintra, 62 pp.

Marques, F.; Penacho, N.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P. (2013). Estudo da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor, Entregável 1.3.3.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.

Mendes, J.M.; Tavares, A.O.; Cunha, L.; Freiria, S. (2010) Social vulnerability to natural and technological hazards: the relevance of scale. In R. Briš, C. Guedes Soares & S. Martorell (Org.) *Reliability, Risk and Safety*. Vol. 1, Theory and Applications, CRC Press, Leiden, pp. 445-451.

Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *Academy of management review*, 22(4), 853-886

Muis, S., Verlaan, M., Winsemius, H. C., Aerts, J. C., & Ward, P. J. (2016). A global reanalysis of storm surges and extreme sea levels. *Nature communications*, 7(1), 1-12.

Nkhata AB, Breen CM, Freimund WA (2008). Resilient social relationships and collaboration in the management of social-ecological systems. *Ecol Soc* 13:2

Oliveira, S., Gonçalves, A., & Zêzere, J. L. (2021). Reassessing wildfire susceptibility and hazard for mainland Portugal. *Science of the total environment*, 762, 143121.

Panagos P., Van Liedekerke M., Jones A., Montanarella L. (2012). European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. *Land Use Policy*, 29 (2): 329-338.

Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadic, M.P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymaszewicz, A., Dumitrescu, A., Begueria, S., Alewell, C. (2015). Rainfall erosivity in Europe. *Science of the Total Environment* 511: 801-814.

Panagos, P., Ballabio, C., Himics, M., Scarpa, S., Matthews, F., Bogonos, M., Poesen, J., Borrelli, P., (2021). Projections of soil loss by water erosion in Europe by 2050. *Environmental Science & Policy*, 124: 380-392.

Panagos, P., Ballabio, C., Meusburger, K., Spinoni, J., Alewell, C., Borrelli, P. (2017). Towards estimates of future rainfall erosivity in Europe based on REDES and WorldClim datasets. *Journal of Hydrology*, 548: 251-262.

Penacho, N.; Marques, F.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P.; Garzón, V. (2013a). Inventário de instabilidades nas arribas obtido por fotointerpretação, Entregável 1.2.2.1.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.

Penacho, N.; Marques, F.; Queiroz, S.; Gouveia, L.; Matildes, R.; Redweik, P.; Garzón, V. (2013b). Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas à escala regional, Entregável 1.3.1.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.

Pereira, S., Santos, P.P., Zêzere, J.L., Tavares, A.O., Garcia, R.A.C., Oliveira, S.C. (2020). A landslide risk index for municipal land use planning in Portugal. *Science of the Total Environment*, 735, 139463.

Pimenta, M. T. (1999). Diretrizes para a aplicação da Equação Universal de Perda dos Solos em SIG. Fator de Cultura C e Fator de Erodibilidade do Solo K. <http://snirh.pt>.

PMAAC-AML (2018) Plano metropolitano de adaptação às alterações climáticas, volume I Definição do cenário base de adaptação para a AML, Consórcio CEDRU / WE CONSULTANTS / IGOT / TIS / ESRI.

PMAAC-AML (2019). Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas. Volume II Avaliação de Impactos e de Vulnerabilidades. AML, Lisboa.

Reis, E. (2011). Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrências de cheias e sistemas de informação geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação. VIII Congresso da Geografia Portuguesa (p. 1–6). Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa.

Rittel, Horst W.J.; Webber, Melvin M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*. 4: 155-169.

Santos, P. P., Reis, E., Pereira, S., & Santos, M. (2019). A flood susceptibility model at the national scale based on multicriteria analysis. *Science of The Total Environment*, 667, 325-337.

Santos, P.P., Pereira, S., Zêzere, J.L., Tavares, A.O., Reis, E., Garcia, R.A.C., Oliveira, S.C. (2020). A comprehensive approach to understanding flood risk drivers at the municipal level. *J. Environ. Manag.* 260

Silva, A.N.; Taborda, R.; Lira, C.; Andrade, C.F.; Silveira, T.M.; Freitas, M.C. (2013a). Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico. Entregável 1.3.2.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.

Silva, A.N.; Taborda, R.; Lira, C.; Andrade, C.F.; Silveira, T.M.; Freitas, M.C. (2013b). Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico na Costa da Caparica. Entregável 2.4.a, Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo, Agência Portuguesa do Ambiente.

Sousa, P. M., Trigo, R. M., Pereira, M. G., Bedia, J., & Gutiérrez, J. M. (2015). Different approaches to model future burnt area in the Iberian Peninsula. *Agricultural and Forest Meteorology*, 202, 11–25. <https://doi.org/10.1016/J.AGRFORMET.2014.11.018>

Stewart, I.D., Oke, T.R. (2012). Local Climate Zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, 1879-1900.

Stratoudakis, Yorgos, Helena Farrall, and Lia Vasconcelos. (2019). Collaborative Lessons towards Marine Sustainability: A Long-Term Collective Engagement. *Sustainability Science* 14(4):1147–60.

Taborda, R.; Andrade, C.; Marques, F.; Freitas, M.; Rodrigues, R.; Antunes, C.; Pólvora, C. (2010). Plano estratégico de Cascais face às alterações climáticas - Sector zonas costeiras.

Turco, M., Rosa-Cánovas, J. J., Bedia, J., Jerez, S., Montávez, J. P., Llasat, M. C., & Provenzale, A. (2018). Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-018-06358-Z>

UKCIP, 2013. The UKCIP Adaptation Wizard v 4.0. UKCIP, Oxford.

Vasconcelos, L., Marques, M.J. & Martinho, G. (2005, oct. 3-7). Public Participation in waste Management – overcoming ingrained myths. In 10th International Waste Management and Landfill Symposium. Environmental Sanitary Engineering Centre, Cagliari, Italy

Vasconcelos, L.T. (2007). Participatory governance in complex projects. In M. Sobral & G. Gunkel (eds.), *Reservoir and River Basin Management* (pp. 114-124). Berlin: Technical University of Berlin. ISBN: 978-3-798-32056-7

Vaz, T., Zêzere, J. L., Pereira, S., Oliveira, S. C., Garcia, R. A., & Quaresma, I. (2018). Regional rainfall thresholds for landslide occurrence using a centenary database. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(4), 1037-1054.

Yu, Y., Hao, J.-X., Dong, X.-Y., & Khalifa, M. (2013). A multilevel model for effects of social capital and knowledge sharing in knowledge-intensive work teams. *International Journal of Information Management*, 33(5), 780–790. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.05.005>

Zêzere, J. L., Trigo, R. M., & Trigo, I. F. (2005). Shallow and deep landslides induced by rainfall in the Lisbon region (Portugal): assessment of relationships with the North Atlantic Oscillation. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5(3), 331-344.

Zêzere, J.L. (2002). Landslide susceptibility assessment considering landslide typology. A case study in the area north of Lisbon (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 2, 1/2, p.73-82.

# Working together for a green, competitive and inclusive Europe.