metroclima

MUNICÍPIO DE AROUCA

Título
Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC)
– Município de Arouca

Coordenação
Área Metropolitana do Porto

Realização
Município de Arouca

Colaboração
Geoatributo

Design gráfico
Diana Vila Pouca
info@dianavilapouca.com

ISBN
978-989-96291-4-1

Depósito Legal

PORTO, 2019

ESTRATÉGIA MUNICIPAL DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS – EMAAC

MUNICÍPIO DE AROUCA

INDÍCE

NOTA PRÉVIA 9

1. INTRODUÇÃO 13

1.1. ENQUADRAMENTO DE AROUCA 14

1.1.1. Enquadramento Geográfico e Administrativo 14

1.1.2. Caraterização Física 16

1.1.2.1. Hipsometria 16

1.1.2.2. Caracterização Fitoclimática 17

1.1.2.3. Declive 19

1.1.2.4. Exposição 21

1.1.2.5. Hidrografia 22

1.1.3. Caraterização Climática 24

1.1.4. Caraterização Demográfica 24

1.1.4.1. Índice de Envelhecimento 26

1.1.4.2. Caraterização da Atividade Económica 27

1.1.4.3. Taxa de Analfabetismo 29

1.2. VISÃO ESTRATÉGICA 31

1.3. OBJETIVOS 32

1.4. ESTRUTURA 32

2. METODOLOGIA 35

2.1. VISÃO GERAL 35

2.2. EQUIPA TÉCNICA 37

2.3. DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA 37

2.3.1. Passo 0 – Preparar os trabalhos 37

2.3.2. Passo 1 – Identificar vulnerabilidades atuais 38

2.3.3. Passo 2 – Identificar vulnerabilidades futuras 38

2.3.4. Passo 3 – Identificar opções de adaptação 40

2.3.5. Passo 4 – Avaliar opções de adaptação 41

2.3.6. Passo 5 – Integrar, monitorizar e rever 42

3. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS **45**
3.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS GLOBAIS 45
3.2. PRESSUPOSTOS, METODOLOGIAS E INCERTEZAS 46
3.3. O CASO DO MUNICÍPIO DE AROUCA 47
3.4. PROJEÇÕES CLIMÁTICAS (MÉDIAS) 49
3.4.1. Temperatura 49
3.4.2. Precipitação 50
3.4.3. Vento 52
3.5 PROJEÇÕES CLIMÁTICAS 52
3.5.1. Temperatura 52
3.5.3. VENTO 54
4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS **57**
4.1. IMPACTOS E VULNERABILIDADES OBSERVADAS 57
4.1.1. Ventos fortes 60
4.1.2. Precipitação excessiva (cheias e inundações) 64
4.1.3. Temperaturas elevadas/Ondas de calor 68
4.2. CAPACIDADE DE RESPOSTA ATUAL 74
4.3. IMPACTOS E VULNERABILIDADES PROJETADAS 75
4.3.1. Impactos Negativos 76
4.3.2. Impactos Positivos e Oportunidades 76
4.4. AVALIAÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO 78
4.4.1. Priorização dos riscos climáticos 81
5. IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE RESPOSTAS DE ADAPTAÇÃO **85**
5.1. IDENTIFICAÇÃO DE OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO 85
5.1. IDENTIFICAÇÃO DE OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO 87
5.2. AVALIAÇÃO DE OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO 92
5.2.1. Avaliação Multicritério e Priorização das Opções 92
5.3. FATORES CONDICIONANTES E POTENCIADORES 94
6. ORIENTAÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO DAS OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS IGT **97**
6.1. ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E URBANISMO 97
6.2. CARATERIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL DE ÂMBITO MUNICIPAL DE AROUCA 99
6.3. INTEGRAÇÃO DAS OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS PLANOS TERRITORIAIS DE ÂMBITO MUNICIPAL DE AROUCA 101
7. IMPLEMENTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO **107**
7.1. CONSELHO LOCAL DE ACOMPANHAMENTO 109
8. GLOSSÁRIO **113**
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **121**
10. ANEXOS **124**

NOTA PRÉVIA

15 de outubro de 2017. Primeiro dia de mandato. Num outubro anormalmente quente, um incêndio que teve início num dos concelhos vizinhos rapidamente chegou ao nosso município e, com uma fúria avassaladora, cobriu de negro toda a zona poente do concelho, com avultados danos materiais. As cicatrizes deste grande incêndio ainda hoje são visíveis no nosso território, sendo uma lembrança omnipresente de que as alterações climáticas, que levam a que a estejamos numa área do globo que se está a tornar mais árida e, por conseguinte, mais vulnerável a secas e incêndios florestais, são hoje a maior ameaça ambiental que enfrentamos. E todos nós, sem exceção – cidadãos comuns, empresas, governos, economias e, mais importante de todos, a natureza e a biodiversidade – estamos a ser afetadas pelas mesmas.

Os danos patrimoniais, para as infraestruturas e para a saúde humana, que decorrem das mesmas, representam assim pesados encargos para a sociedade e a economia. Setores fortemente dependentes de determinadas temperaturas e níveis de precipitação, como a agricultura, a silvicultura e o turismo, áreas económicas de importância significativa a nível local, são particularmente afetados. As consequências, como tal, são profundas e transversais a várias áreas: económica, social e ambiental, obrigando a uma resposta urgente e concertada entre todos os atores, desde os decisores políticos em toda a escala – mundial, europeia, nacional, regional e local, às empresas, às associações e outros agentes, e ao cidadão comum.

Neste âmbito, a necessidade de intervenção face às alterações climáticas com vista à mitigação dos seus efeitos e a adaptação local assume-se como uma prioridade a nível municipal. Conhecer, preparar, antecipar e agir, procurando minimizar as consequências das alterações climáticas no nosso concelho que, recorde-se, tem como matriz fundamental identitária o seu património natural, património este que se encontra reconhecido pela UNESCO, é um dos maiores desafios que temos. E não podemos falhar! Porque se falharmos, comprometemos o futuro das gerações mais novas, aquelas a quem tínhamos o dever de deixar um município (e um planeta) mais sustentável, mais próspero e mais seguro.

MARGARIDA BELÉM
A PRESIDENTE DA CÂMARA MUNICIPAL

Incêndio Florestal em Arouca – Agosto 2016; Créditos: Tony Noites.

Incêndio florestal de grandes dimensões atinge o limite peri-urbano
da vila de Arouca – Agosto 2016; Créditos: DR.

Deslizamento de vertentes no troço da EM 511-1 entre Póvoa Reguenga
e Souto Redondo na freguesia de Urrô – Janeiro 2016; Créditos: CMA.

Cheia no rio Arda, freguesia de Várzea, 2001; Créditos: Carlos Pinho.

1. INTRODUÇÃO

O município de Arouca considera as alterações climáticas como um dos desafios mais importantes do século XXI.

A adoção desta **Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC)** pretende promover, em todo o território municipal, uma resposta coerente às múltiplas problemáticas relacionadas com as alterações climáticas e colocar o município na linha da frente a nível nacional, no que diz respeito a estas matérias.

As projeções climáticas para o município de Arouca apontam, entre outras alterações, para uma potencial diminuição da precipitação total anual e para um potencial aumento das temperaturas, em particular das máximas no verão e no outono, intensificando a ocorrência de verões mais quentes e secos. É projetado, ainda, um aumento da frequência de ondas de calor e de eventos de precipitação intensa ou muito intensa.

Estas alterações poderão implicar um conjunto de impactos sobre o território municipal, bem como sobre os sistemas naturais e humanos que o compõem. Mesmo na presença de respostas fundamentadas na adaptação planeada aos cenários climáticos futuros, existirão sempre riscos climáticos que irão afetar o município em múltiplos aspetos ambientais, sociais e económicos. Torna-se por isso fundamental a análise, desenvolvimento e implementação de um conjunto coerente e flexível de opções de adaptação que permitam ao município estar melhor equipado para lidar com os potenciais impactos das alterações climáticas, bem como tomar partido de potenciais oportunidades.

Esta EMAAC foca-se na identificação de opções e ações de adaptação planeadas que visem promover a minimização dos efeitos das alterações climáticas. A partir da identificação e priorização das atuais vulnerabilidades e riscos climáticos e da sua projeção até ao final do século, o município de Arouca procura promover um conjunto integrado de opções de adaptação para responder não apenas ao clima futuro, mas igualmente aos diferentes impactos climáticos já observados.

Estas alterações poderão provocar um conjunto de impactos sobre o território municipal quer ao nível do seu funcionamento ecológico, quer nas atividades humanas diárias e estruturas edificadas e nas infraestruturas, enquanto dimensões que o compõem. Em primeira instância, este quadro requer uma resposta de adaptação fundamentada num planeamento e numa gestão integrada.

A EMAAC de Arouca constitui um instrumento a ser revisto e atualizado, com base na evolução do conhecimento científico e das práticas de adaptação às alterações climáticas. Sendo esta a primeira estratégia do género no município, pretende-se que seja um ponto de partida para o contínuo desenvolvimento de políticas territoriais coerentes, baseadas nas necessidades dos diferentes grupos populacionais e setores económicos e que permita um real reforço da resiliência climática do município e de quem nele habita, trabalha ou visita.

Apesar desta EMAAC se centrar necessariamente em questões relacionadas com a adaptação, o município reconhece que é igualmente essencial a adoção de respostas de mitigação, ou seja, de ações que promovam a redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Assim sendo o município promoverá, sempre que possível, a adoção de opções de adaptação que promovam igualmente a mitigação e que fomentem o correto planeamento e desenvolvimento de uma sociedade e economia resiliente, competitiva e de baixo carbono, tal como preconizado pela Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020 (ENAAC 2020).

1.1. Enquadramento de Arouca

1.1.1. Enquadramento Geográfico e Administrativo

O concelho de Arouca situa-se no extremo Nordeste do distrito de Aveiro pertence à NUT II da região do Norte de Portugal, e à NUT III da Área Metropolitana do Porto (Figura 1), juntamente com os concelhos limítrofes de Gondomar, Santa Maria da Feira, Oliveira de Azeméis e Vale de Cambra, e ainda S. João da Madeira.

Fazem ainda fronteira com o seu território os municípios de Castelo de Paiva e Cinfães pertencentes à NUT III do Tâmega e Sousa, e os municípios de São Pedro do Sul e Castro Daire pertencentes à NUT III Viseu Dão Lafões.

O posicionamento do concelho no contexto regional traduz a situação de fronteira/ interface que Arouca detém, entre as regiões Norte e Centro de Portugal, entre os distritos de Aveiro, Viseu e Porto e entre o litoral (industrializado, bem servido por redes de acessibilidade, com povoamento disperso e relevo

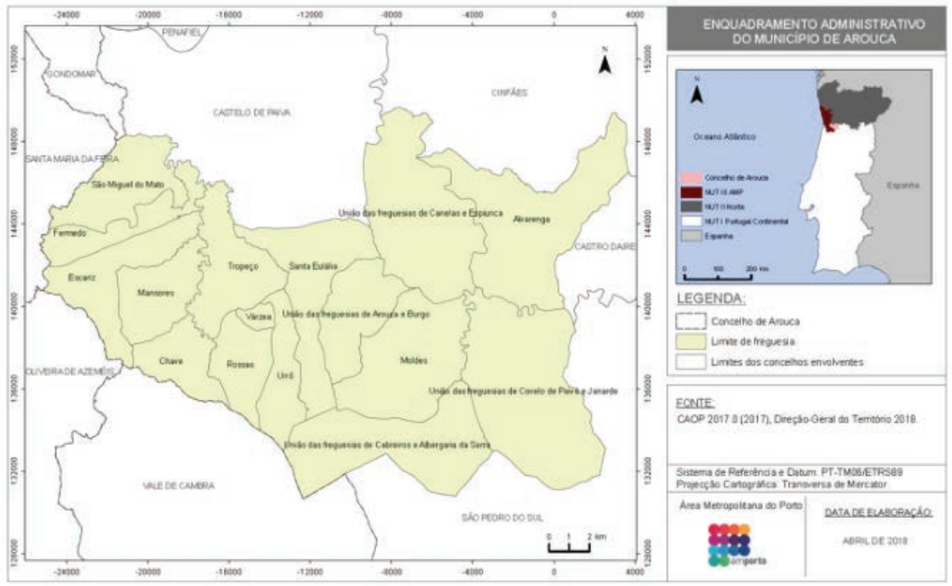


Figura 1. Mapa de enquadramento do concelho de Arouca.

relativamente pouco acidentado) e o interior (montanhoso e deprimido do ponto de vista demográfico, social, económico e infraestrutural).

Grande parte do concelho possui características montanhosas que se estendem aos concelhos vizinhos (Serra da Freita; Serra da Arada e Serra de Montemuro) e que apresentam elevado valor do ponto de vista ambiental, turístico e de desenvolvimento rural geral.

Este concelho pertence á área de atuação da Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho e ao Departamento de Conservação da Natureza e das Florestas do Norte.

O concelho possui 329 Km^2 englobando as freguesias de Alvarenga, Chave, Escariz, Fermêdo, Mansores, Moldes, Rossas, Santa Eulália, São Miguel do Mato, Tropeço, Urrô e Várzea e a união de freguesias de Arouca e Burgo, Cabreiros e Albergaria da Serra, Canelas e Espiunca e Covêlo de Paivó e Janarde.

Tabela 1. Área das Freguesias

Freguesia	Área (Km²)
Alvarenga	38,76
Chave	10,91
Escariz	17,98
Fermedo	11,10
Mansores	14,08
Moldes	28,01
Rossas	11,11
Santa Eulália	23,05
São Miguel do Mato	17,10
Tropeço	17,84
Urrô	10,79
Várzea	1,79
União de freguesias de Arouca e Burgo	15,25
União de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra	31,23
União de freguesias de Canelas e Espiunca	35,73
União de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde	44,38
TOTAL	329,11

1.1.2. Caraterização Física

1.1.2.1. Hipsometria

As altitudes do concelho de Arouca variam entre os 50/100m e os 1000/1300m, sendo que as mais baixas se encontram nas margens do rio Arda, nas freguesias de São Miguel do Mato, Fermedo, Escariz e Mansores, e do rio Paiva, na união de freguesias de Espiunca e Canelas. Em contrapartida, as altitudes mais altas encontram-se na freguesia de Alvarenga e na união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra (Figura 2).

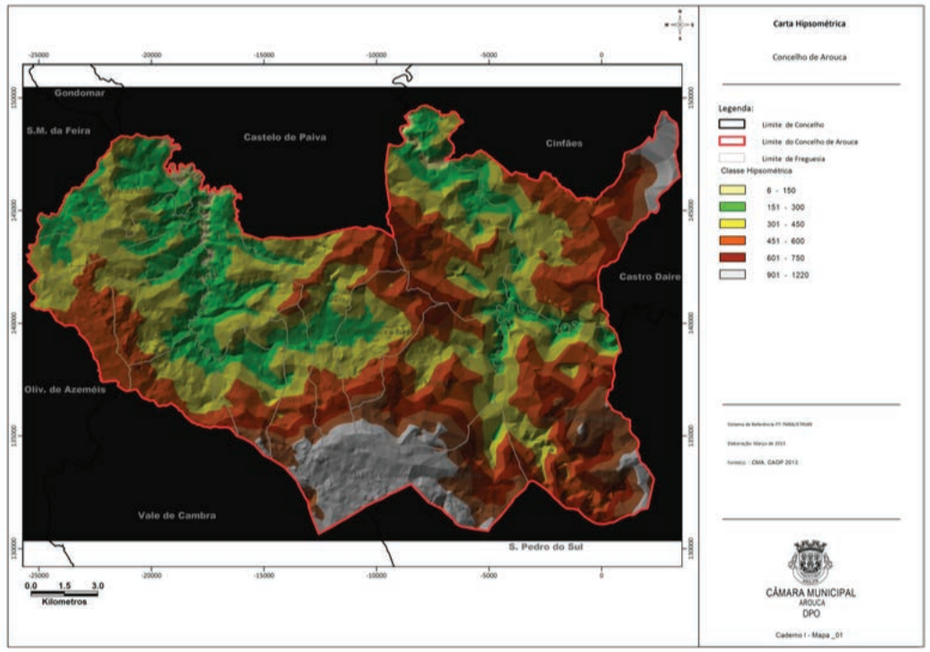


Figura 2. Mapa da Hipsometria. Fonte: PMDFCI.

1.1.2.2. Caracterização Fitoclimática

Em termos fitoclimáticos esta área caracteriza-se pela presença de quatro andares ecológicos, Basal, Submontano, Montano e Altimontano (Figura 3).

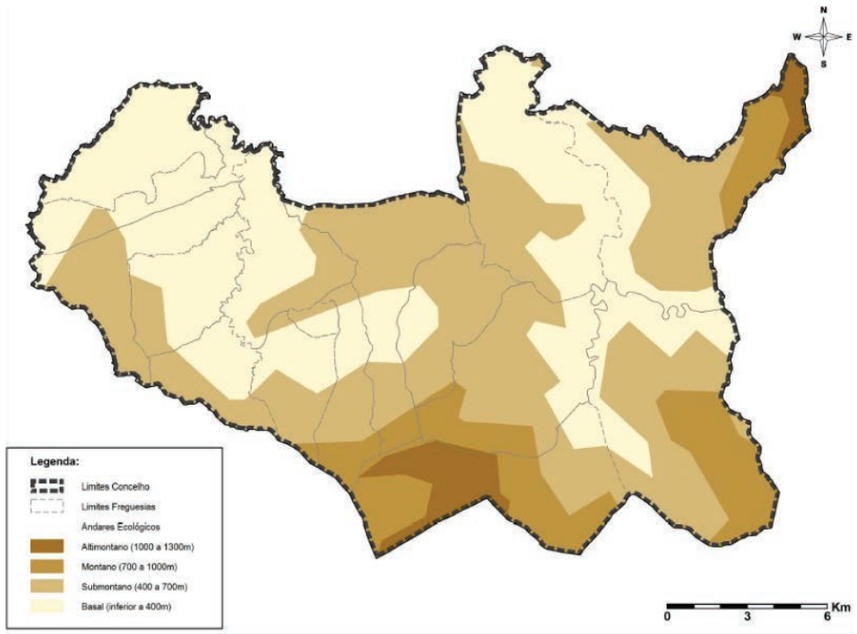


Figura 3. Extrato da Carta Ecológica, onde se distinguem os Andares Ecológicos. Fonte: PMDFCI.

Do ponto de vista ecológico podemos distinguir sete zonas (Figura 4):

- A.MA. – Atlântica x Mediterrâneo – Atlântica;
- SA.A.MA – Sub-Atlântica x Atlântica x Mediterrâneo--Atlântica;
- A.SA.OA – Atlântica x Sub-Atlântica x Oro-Atlântica;
- A.SA – Atlântica x Sub-Atlântica;
- SA.MA – Sub-Atlântica x Mediterrâneo-Atlântica;
- MA – Mediterrâneo x Atlântica;
- MA – Mediterrâneo x Atlântica – Variante sublitoral da zona litoral.

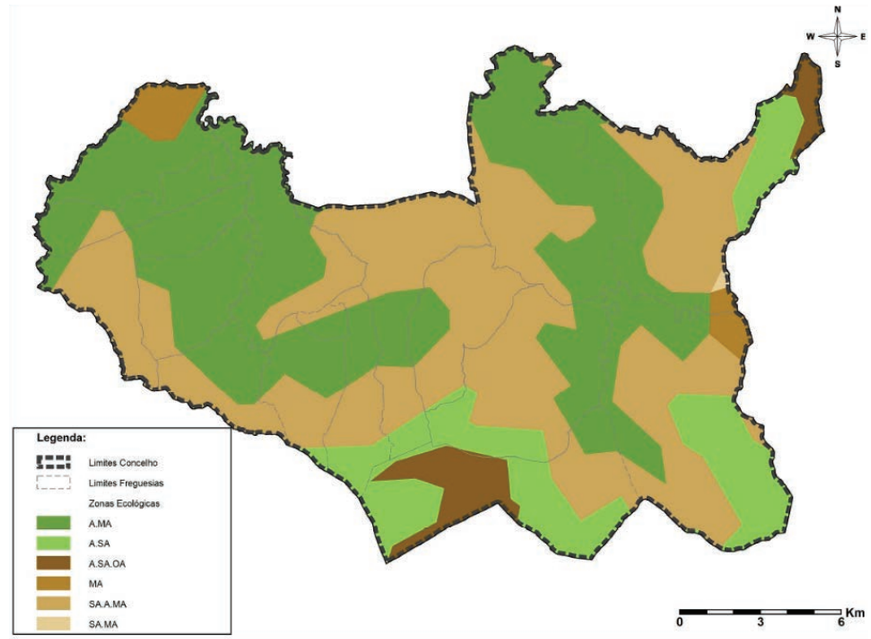


Figura 4. Extrato da Carta Ecológica, onde se distinguem as Zonas Ecológicas. Fonte: IA, 1982.

1.1.2.3. Declive

O concelho de Arouca é marcado pela extrema declivosidade da generalidade dos terrenos que o constituem e pela marcada compartimentação imposta pelos sucessivos vales.

A Oeste, o concelho é delimitado por um alinhamento de elevações, correspondentes aos granitos de Fermedo-Freita e de Cesar, cujas cotas vão desde os 600m, a Sul, até aos 200m, a Norte, descendo suavemente e seguindo pelo vale do Arda e dos seus afluentes, estendendo-se para Sul (Figura 5).

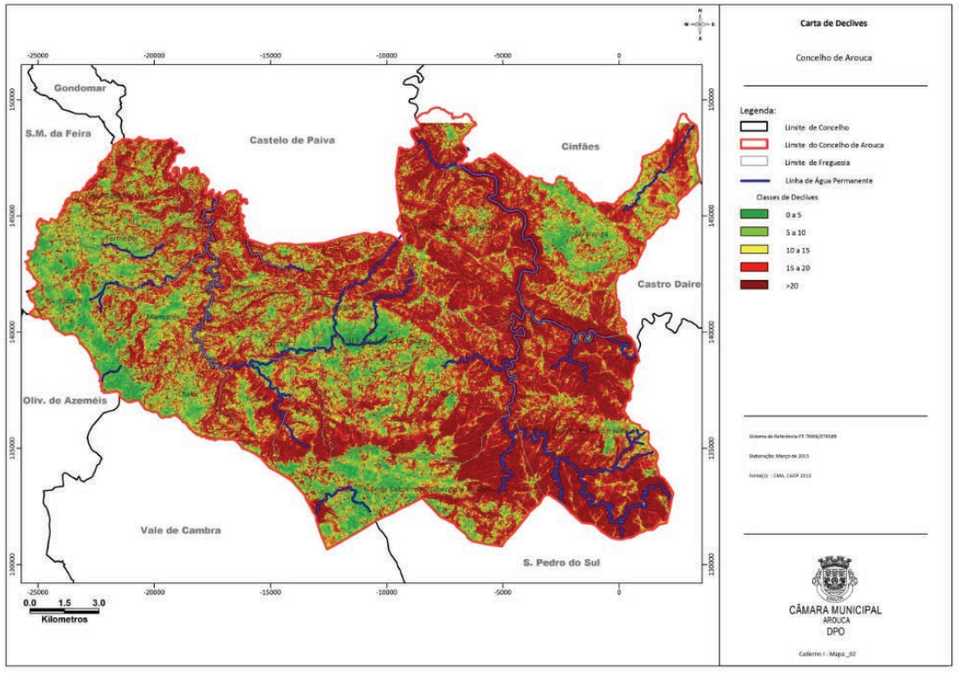


Figura 5. Mapa de Declives. Fonte: PMDFCI.

Pela tabela seguinte verificamos que cerca de 35% da área do Concelho possui declives superiores a 20%.

Tabela 2. Distribuição das classes de declive por área e %

Declive	Área (ha)	% do total
[0;10]	8932.58	27,10
]10;20]	12632.06	38,32
]20;30]	8980.06	27,24
]30;40]	2026.31	6,15
>40	393.5	1,19
TOTAL	**32964,51**	**100**

1.1.2.4. Exposição

A exposição corresponde à orientação geográfica de um terreno. A quantidade de radiação solar recebida varia conforme a exposição, sendo que as encostas viradas a Norte são em geral mais frias e húmidas, sofrendo menos a ação dos ventos, enquanto as viradas a Sul são mais quentes e secas.

Tabela 3. Distribuição das exposições por área e %

Exposição	Área (ha)	% do total
Plano	1 913,53	5,81
Norte	4 780,85	14,50
Nordeste	4 724,35	14,33
Este	3 148,40	9,55
Sudeste	3 446,23	10,46
Sul	3 419,34	10,37
Sudoeste	3 722,14	11,29
Oeste	3 850,11	11,68
Noroeste	3 959,57	12,01
TOTAL	**32964,52**	**100**

Como se pode verificar na tabela anterior, no concelho de Arouca encontramos todas as exposições em percentagens muito semelhantes, sendo as vertentes com exposição a Norte as que atingem o maior valor (14,5%) e as zonas planas as que representam o menor valor (5,81%) (Figura 6).

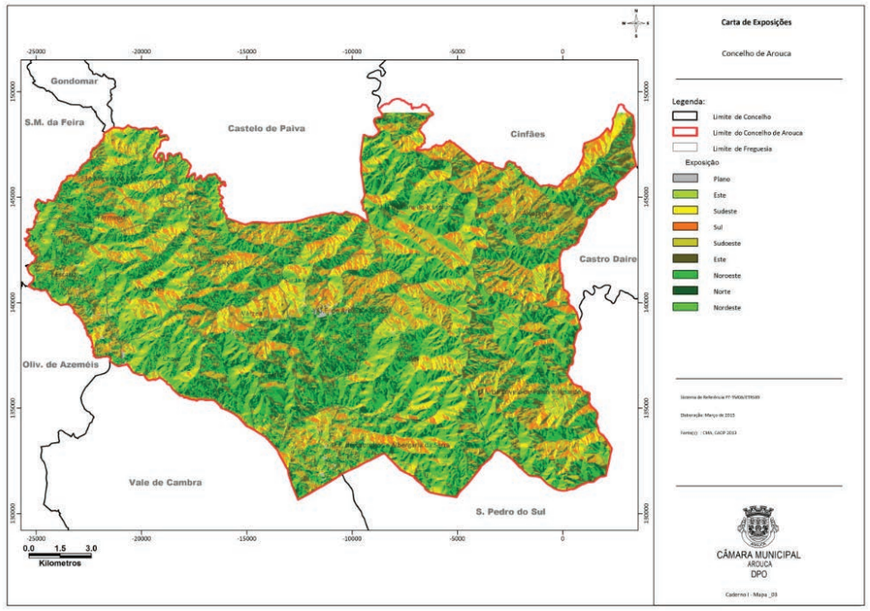


Figura 6. Mapa das Exposições. Fonte: PMDFCI.

1.1.2.5. Hidrografia

A quase totalidade do concelho encontra-se na bacia hidrográfica do rio Douro (Figura 7), dividindo-se fundamentalmente entre as bacias do rio Arda, a Oeste, e do rio Paiva, a Este. Para além destas duas bacias, ainda se pode encontrar, a Noroeste, uma pequena área correspondente à bacia superior do rio Inha e, a Norte, à bacia superior do rio Sardoura.

No entanto, existe uma pequena parte que drena para a bacia do Vouga (Figura 7), que correspondem à parte superior das bacias do Antuã, Caima e Teixeira.

Assim, enquanto o Paiva e o seu principal afluente, o Paivó, correm em gargantas bastante apertadas e escarpadas, o Arda atravessa o vale de Arouca com uma orientação aproximadamente Este-Oeste.

Ao longo de todo o concelho existem muitas linhas de água temporárias como se pode observar na carta seguinte (Figura 8).

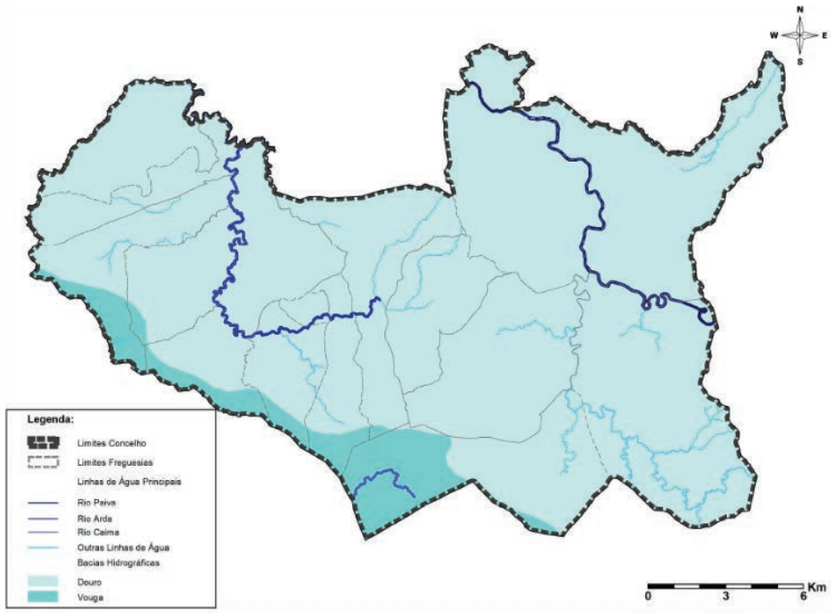


Figura 7. Extrato da Carta das Bacias Hidrográficas. Fonte: IA, 1989.

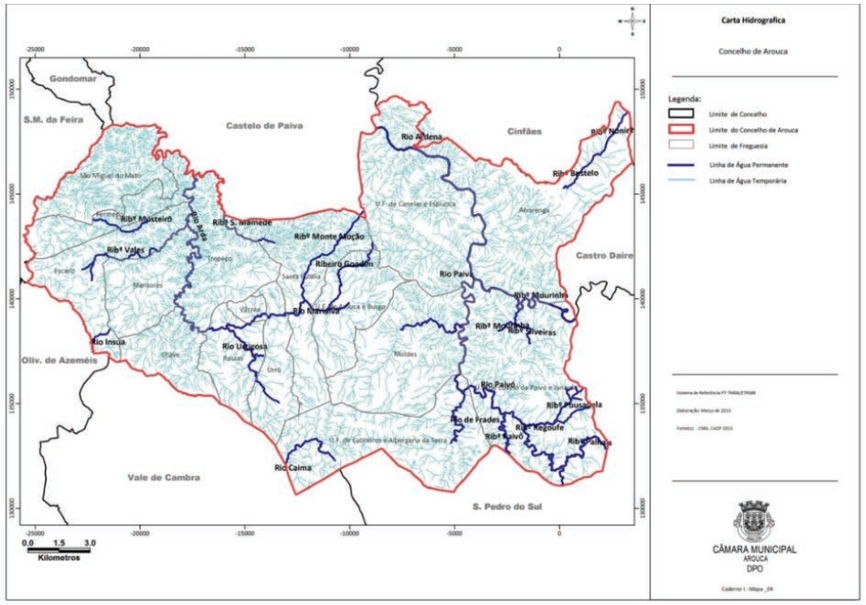


Figura 8. Mapa da Rede Hidrográfica.

1.1.3. Caraterização Climática

O clima da região onde está inserido o concelho de Arouca é marcado pela proximidade ao Oceano Atlântico e pela disposição do relevo, conferindo a esta região as características de um clima temperado de influência marítima.

1.1.4. Caraterização Demográfica

A população no município de Arouca, no período intercensitário de 2001-2011, segundo os dados dos censos de 2011, registou uma diminuição de 7,71%. Apenas a união de freguesias de Arouca e Burgo registou uma variação positiva de população residente, de 0,25% (passou de 5165 em 2001 para 5178 em 2011).

Relativamente às freguesias que registaram as maiores perdas de população residente, a união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde foi a que registou a maior perda com -32,32%, seguida da união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra (-29,14%) e ainda São Miguel do Mato com -25,25% (Figura 9).

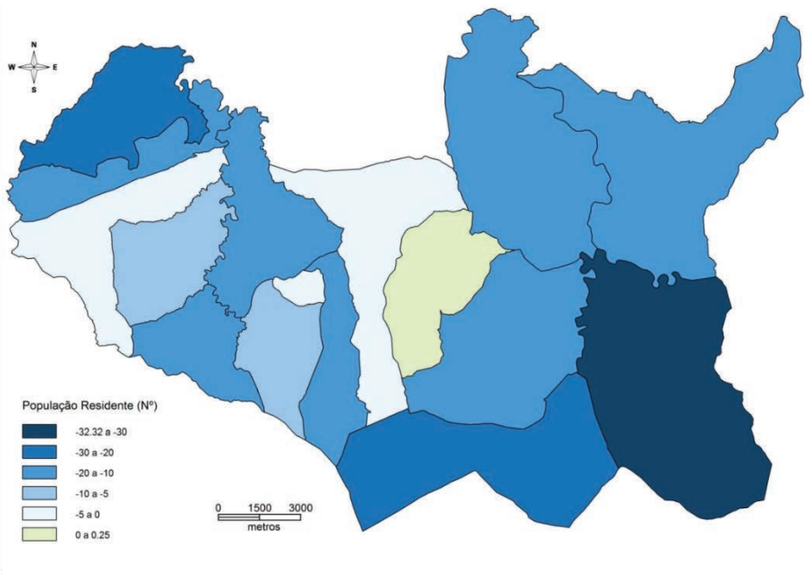


Figura 9. Variação da população residente por freguesia, nos períodos censitários de 2001 e 2011. Fonte: INE, 2012.

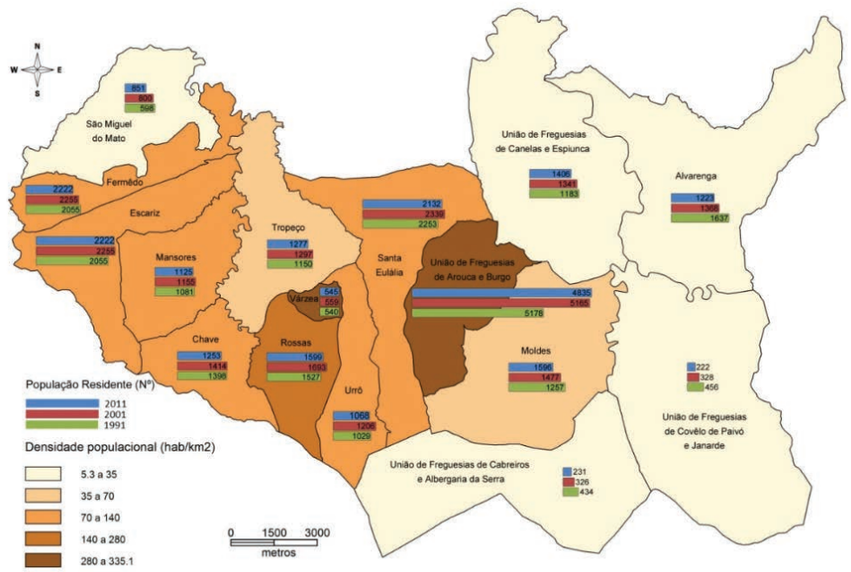


Figura 10. Variação da população residente por freguesia, nos períodos censitários de 1991, 2001 e 2011, e densidade populacional em 2011. Fonte: INE, 2012.

Analisando a variação da população residente entre 1991 e 2011 (20 anos), verifica-se que 4 freguesias registaram uma variação positiva, nomeadamente, Escariz (8,1%), união de freguesias de Arouca e Burgo (7,1), Santas Eulália (5,7%) e Rossas (4,7%).

As freguesias que entre 1991 e 2011 mais perderam população foram a união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde que teve uma variação de -51,3%, seguida da união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra (-46,8%), São Miguel do Mato (-29,7%) e Alvarenga (-25,3%).

Relativamente à densidade populacional no concelho de Arouca, a união de freguesias de Arouca e Burgo tem o valor mais elevado com 335 habitantes/km^2, seguido de Várzea com 302 habitantes/km^2. Por oposição, a união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde e a união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra têm as menores densidades populacionais com 5 e 8 habitantes/km^2, respetivamente.

Analisando a situação de Arouca no contexto regional, em 2011 a densidade populacional foi de 67,3 habitantes/km^2, valor inferior ao verificado ao nível do Entre Douro e Vouga que foi de 318,2 habitantes/km^2.

1.1.4.1. Índice de Envelhecimento

Segundo os dados dos censos de 2011, o Concelho de Arouca apresenta um índice de envelhecimento inferior ao valor médio do território continental (131,3). No entanto, este parâmetro evidencia variações significativas se analisado a uma escala local, destacando-se, com valores particularmente elevados (superiores a 150), a união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde, com (366,25), a união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra (342,85) e a freguesia de Alvarenga (295,1) (Tabela 4). As freguesias de Várzea, Escariz e Santa Eulália são as que apresentam os valores do índice de envelhecimento mais baixo com 76, 87,4 e 92,8, respetivamente.

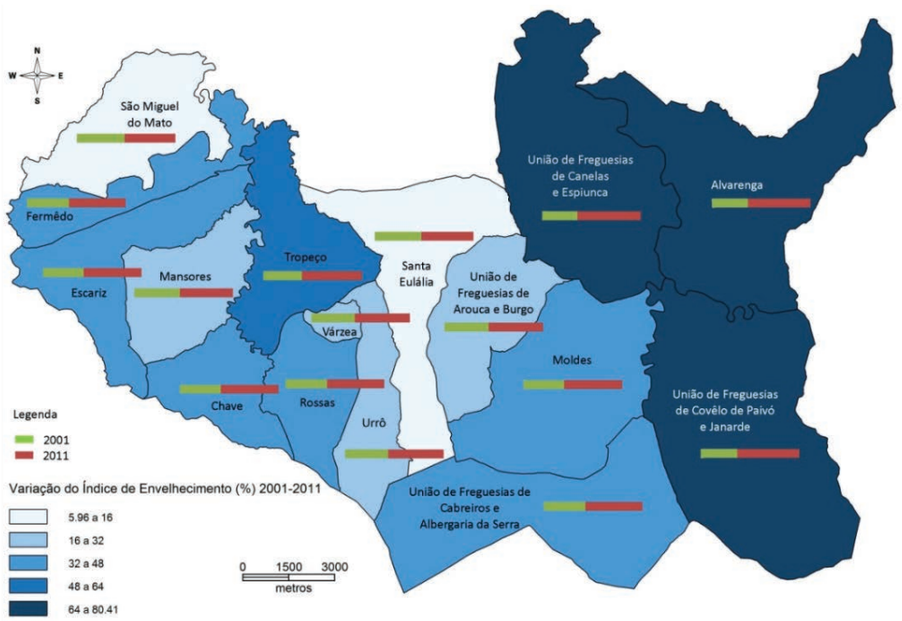


Figura 11. Índice de Envelhecimento do concelho de Arouca. Fonte: Censos 2001 e 2011, INE.

Tabela 4. Índice de Envelhecimento/Freguesia (2001 e 2011)

Local de residência (à data dos Censos 2001)	Índice de envelhecimento (N.º)	
	2001	2011
Alvarenga	170	295.1
Chave	100.8	142.2
Escariz	61.9	87.4
Fermedo	78.5	106.6
Mansores	86.4	100.6
Moldes	83	118.2
Rossas	81.9	112.7
Santa Eulália	83.2	92.8
São Miguel do Mato	110.7	117.3
Tropeço	67.9	105.5
Urrô	111	142.8
Várzea	59.7	76
UF Arouca e Burgo	87	107.2
UF Cabreiros e Albergaria da Serra	252	342.85
UF Canelas e Espiunca	78	141.35
UF Covêlo de Paivó e Janarde	216	366.25

Neste sentido, verifica-se que são as freguesias mais rurais e com maior área florestal as que apresentam um índice de envelhecimento mais elevado.

1.1.4.2. Caraterização da Atividade Económica

Analisando a população empregada por sectores de atividade, numa perspetiva comparativa com os municípios vizinhos, constatamos que o concelho de Arouca é o que, em 2011, apresentava uma maior percentagem de população empregada no sector primário (6,59%), enquanto os restantes municípios se encontram todos muito abaixo desse valor, tal como é possível observar na tabela seguinte.

Tabela 5. População empregada, por sectores de atividade em 2011

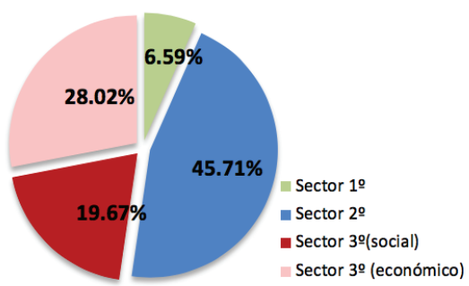
Local de residência (à data dos Censos 2011)	Total	Sector primário		Sector secundário		Sector terciário (social)		Sector terciário (económico)	
	N.º	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Arouca	9146	603	**6,59**	4181	**45,71**	1799	**19,67**	2563	**28,02**
Santa Maria da Feira	59761	436	**0,73**	27689	**46,33**	11772	**19,70**	19864	**33,24**
Oliveira de Azeméis	31522	380	**1,21**	17775	**56,39**	4987	**15,82**	8380	**26,58**
São João da Madeira	9940	20	**0,20**	4478	**45,05**	2047	**20,59**	3395	**34,15**
Vale de Cambra	9600	196	**2,04**	5132	**53,46**	1798	**18,73**	2474	**25,77**

Fonte: INE

Quanto ao sector secundário, Arouca é o segundo concelho com menor percentagem de população empregada neste sector, com 45,71%, seguindo-se São João da Madeira com 45,05%. O concelho que mais população emprega no sector secundário é Oliveira de Azeméis (56,39%).

Quanto à população empregada no sector terciário em Arouca corresponde a 47,69%, sendo ultrapassada pelos concelhos de São João da Madeira (54,75%) e Santa Maria da Feira (52,94%).

Gráfico 1. População empregada por sectores de atividade em 2011



Fonte: INE

Ao analisarmos este indicador ao nível da freguesia verifica-se que é nas freguesias mais rurais que se verifica uma maior percentagem de população a trabalhar no setor primário, nomeadamente na união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde (30%) e a união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra (25%).

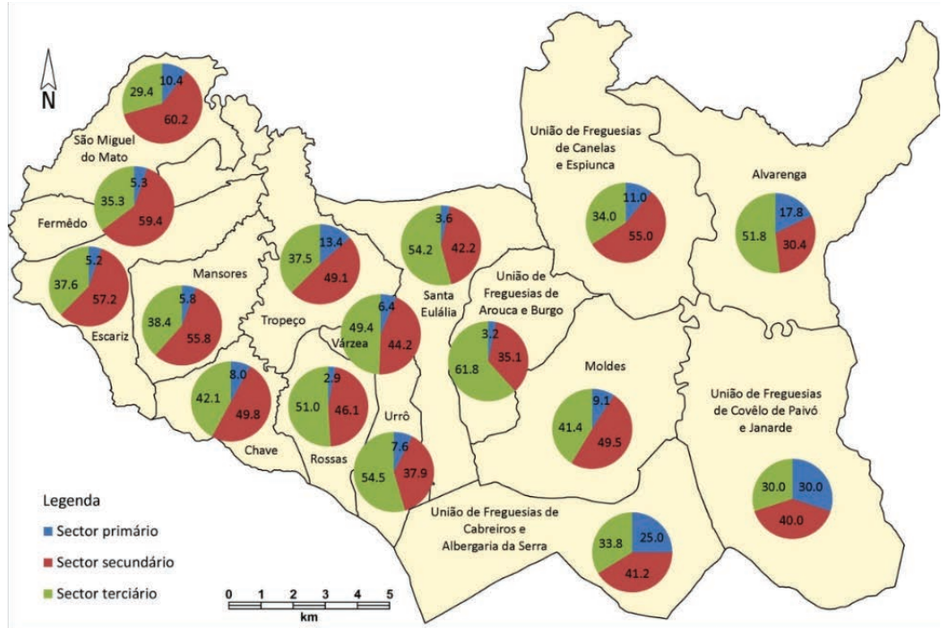


Figura 12. População empregada por sectores de atividade, por freguesia em 2011. Fonte: INE.

O setor secundário apresenta uma maior percentagem nas freguesias de S. Miguel do Mato (60,2%), Fermêdo (59,4%), Escariz (57,2%) e Mansores (55,8%), sobretudo pela proximidade a centros urbanos como é exemplo S. João da Madeira, onde a indústria se encontra bem implantada e desenvolvida. No entanto, é curiosa a percentagem de indivíduos a trabalhar neste setor na união de freguesias de Canelas e Espiunca (55%).

O setor terciário tem a sua maior representatividade na união de freguesias de Arouca e Burgo (61,8%), Urrô (54,5% e Santa Eulália (54,2%), dada a proximidade da sede de Concelho.

A constante diminuição de indivíduos a atuar no setor primário, e a evolução das práticas agrícolas leva à presença e acumulação de materiais combustíveis nas suas propriedades aumentando assim o risco da ocorrência de focos de incêndio florestal.

1.1.4.3. Taxa de Analfabetismo

Em 2011 em Arouca a taxa de analfabetismo era de 7,29%, superior ao valor registado no Continente (4,94%).

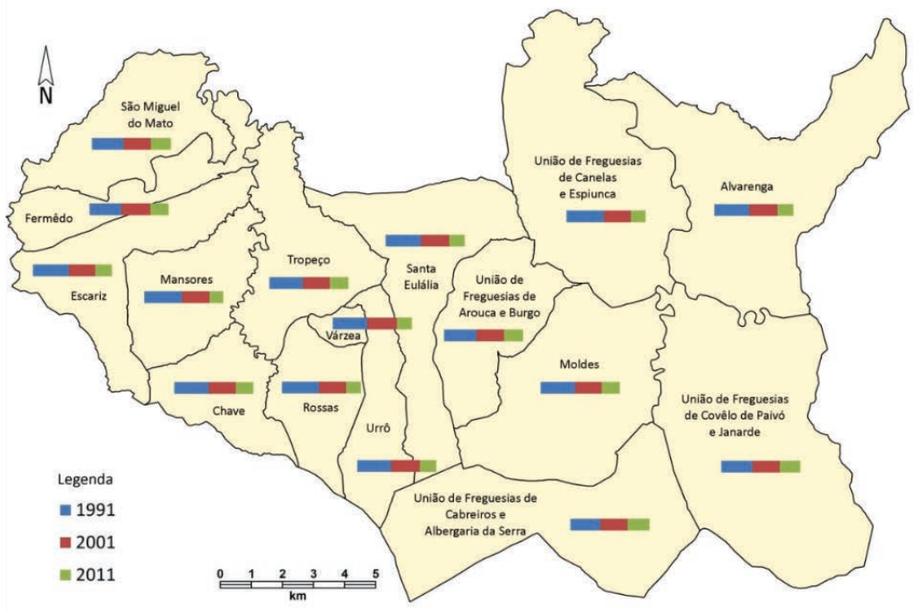


Figura 13. Taxa de analfabetismo por freguesia em 2011. Fonte: INE.

Entre 1991 e 2011, a taxa de analfabetismo diminui nos dois níveis de análise anteriormente identificados. A variação no Continente foi de -52,52%, passando de 10,93% em 1991 para 5,19% em 2011, ao passo que em Arouca a redução da taxa de analfabetismo foi de -51,3% (passou de 14,96% em 1991 para 7,29% em 2011).

Analisando este indicador ao nível das freguesias do concelho de Arouca, é de referir que entre 1991 de 2011 todas as freguesias registaram uma diminuição da taxa de analfabetismo, embora umas mais do que outras. As freguesias de Mansores (-63,3%), a união de freguesias de Canelas e Espiunca (-61%) e Rossas (-59%), foram as freguesias que registaram entre 1991 e 2011 a maior variação da taxa de analfabetismo.

Em 2011, as freguesias que tinham a mais elevada taxa de analfabetismo eram a união de freguesias de Cabreiros e Albergaria da Serra, com 25,95%, seguida da união de freguesias de Covêlo de Paivó e Janarde, com 20,90%. As freguesias que tinham a mais baixa taxa de analfabetismo eram Várzea com 4,78% e Santa Eulália com 4,94%.

Tabela 6. Taxa de Analfabetismo/Freguesia (1991, 2001 e 2011)

Freguesia	Taxa de analfabetismo (%)		
	1991	2001	2011
Alvarenga	22.04	17.75	10.15
Chave	12.85	10.19	6.58
Escariz	11.61	8.52	5.40
Fermedo	11.11	10.08	6.46
Mansores	15.71	11.32	5.76
Moldes	16.04	12.27	8.36
Rossas	12.79	9.39	5.24
Santa Eulália	11.32	8.99	4.94
São Miguel do Mato	19.35	16.57	12.33
Tropeço	16.31	12.99	9.01
Urrô	17.31	14.60	8.42
Várzea	10.92	9.48	4.78
UF Arouca e Burgo	11.92	10.23	7.08
UF Cabreiros e Albergaria da Serra	34.97	31.53	25.95
UF Canelas e Espiunca	20.15	14.53	7.86
UF Covelo de Paivó e Janarde	31.84	28.04	20.90

1.2. Visão Estratégica

As alterações climáticas são uma realidade que está cada vez mais presente na nossa vivência, refletindo-se já em vários eventos extremos em vários pontos do globo, incluindo no nosso país.

Desta forma a Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas do município de Arouca tem como Visão Estratégia:

- Aumentar a resiliência do Município de Arouca face às alterações climáticas, dotando-o de conhecimentos e instrumentos de planeamento territorial com vista a salvaguardar os valores naturais e patrimoniais e a segurança e bem-estar da população local.

1.3. Objetivos

A Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas do município de Arouca, em conformidade com a Estratégia Nacional para as Alterações Climáticas, assenta em:

- Melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas;
- Adotar medidas de adaptação, ajustadas ao seu modelo de desenvolvimento;
- Promover a integração de adaptação em políticas sectoriais.

1.4. Estrutura

A EMAAC apresenta-se estruturada num formato que acompanha os passos metodológicos percorridos para a sua concretização, ao longo de 7 capítulos:

O capítulo 1 (Introdução) introduz a temática das alterações climáticas na perspetiva do município, caracteriza o seu território e apresenta a visão estratégica e os principais objetivos delineados no âmbito da EMAAC.

Segue-se o capítulo 2 (Metodologia) que apresenta o processo metodológico aplicado ao desenvolvimento da EMAAC.

No capítulo 3 (Alterações Climáticas) é abordada em maior detalhe a problemática das alterações climáticas, desde a abrangência global deste tema até ao âmbito local, e são apresentadas as principais alterações climáticas projetadas para o município de Arouca.

O capítulo 4 (Impactos e Vulnerabilidades às Alterações Climáticas) descreve os principais impactos e as vulnerabilidades climáticas já observadas assim como as que são projetadas para o município de Arouca, com base numa exaustiva pesquisa, recolha e tratamento de informação sobre a temática.

O capítulo 5 (Identificação e Avaliação de Respostas de Adaptação) apresenta o resultado da identificação, avaliação e priorização de um conjunto de opções de adaptação que permitam ao município responder as principais vulnerabilidades e riscos climáticos (atuais e futuros) identificados, com o objetivo de aumentar a sua capacidade adaptativa. Apresenta ainda um resumo do envolvimento dos atores-chave e o seu contributo para a EMAAC; e explicita por fim o processo de estabilização do figurino das opções e a listagem final das mesmas.

O capítulo 6 (Orientações para Integração das Opções de Adaptação nos Instrumentos de Gestão Territorial) analisa o âmbito de concretização, em termos territoriais, das opções de adaptação identificadas, através da avaliação da sua potencial transposição para os Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) de âmbito municipal, com o objetivo de apresentar um conjunto de orientações nesse sentido.

O capítulo 7 (Implementação e Acompanhamento) descreve uma proposta de implementação para opções de adaptação avaliadas, assim como um processo para a monitorização, acompanhamento e revisão da própria EMAAC.

Aumentar a resiliência do Município de Arouca face às alterações climáticas, dotando-o de conhecimentos e instrumentos de planeamento territorial com vista a salvaguardar os valores naturais e patrimoniais e a segurança e bem-estar da população local.

2. METODOLOGIA

2.1. Visão Geral

A Câmara Municipal de Arouca, determinou o desenvolvimento de uma Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC), no âmbito do projeto Metroclima, um projeto alargado aos municípios constituintes da Área Metropolitana do Porto.

Deste modo, enquanto participante no projeto e contando com o apoio de uma equipa técnica própria, a Câmara Municipal de Arouca, seguiu uma metodologia de base designada por ADAM (Apoio à Decisão em Adaptação Municipal), que guiou a elaboração desta estratégia, ao longo de um conjunto de etapas e tarefas específicas.

A metodologia ADAM foi desenvolvida integralmente no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local tendo sido especialmente adaptada à realidade portuguesa a partir do modelo desenvolvido pelo UKCIP8 (UK Climate Impacts Programme).

A partir da análise e consideração das principais necessidades em termos de tomada de decisões de adaptação à escala municipal, esta metodologia procurou responder a duas questões-chave:

- Quais os principais riscos climáticos que afetam ou poderão vir a afetar o território municipal e as decisões da Câmara Municipal de Arouca?
- Quais as principais ações de adaptação necessárias e disponíveis para responder a esses riscos climáticos?

A metodologia ADAM é composta por seis passos interrelacionados, formando um ciclo de desenvolvimento estratégico.

Como seria de esperar esta metodologia não produz, instantaneamente, uma estratégia de adaptação, apresentando antes um quadro conceptual e um conjunto de recursos de apoio à produção da informação necessária ao desenvolvimento de uma EMAAC como a de Arouca

Uma vez que a adaptação às alterações climáticas é um processo contínuo, este ciclo ADAM deverá ser repetido múltiplas vezes ao longo do tempo de forma a incorporar novos conhecimentos e a responder a novas necessidades.

A presente estratégia é o resultado da primeira aplicação da metodologia ADAM ao município de Arouca.

Os seis passos do ciclo ADAM são:

1. Preparar os trabalhos;
2. Identificar vulnerabilidades atuais;
3. Identificar vulnerabilidades futuras;
4. Identificar opções de adaptação;
5. Avaliar opções de adaptação;
6. Integrar, monitorizar e rever.

Figura 14. Passos do Ciclo ADAM

Em cada um dos passos da metodologia ADAM foram desenvolvidas várias tarefas e análises que são sumariamente apresentadas em seguida. Os principais resultados de cada um dos passos serviram como base para a elaboração da presente EMAAC de Arouca.

2.2. Equipa Técnica

A elaboração técnica da EMAAC de Arouca esteve a cargo de uma equipa municipal coordenada por:

- Ana Maria de Almeida Duarte Serra e Moura [Divisão de Ambiente e Urbanismo]
- Ângela Vanessa Gonçalves Soares [Divisão de Ambiente e Urbanismo]
- José Filipe Amorim de Pinho [Divisão de Planeamento e Obras]

A equipa técnica recebeu formação específica sobre a aplicação da metodologia ADAM e todo o trabalho foi acompanhado pela equipa da Geoatributo e promovido pela Área Metropolitana do Porto.

2.3. Desenvolvimento da Estratégia

Cada passo da Metodologia ADAM foi programado de forma a permitir um desenvolvimento gradual da EMAAC de Arouca. Todo o trabalho foi acompanhado pela equipa externa da Geoatributo que providenciou formação específica e apoiou a equipa interna na realização de cada atividade.

2.3.1. Passo 0 – Preparar os trabalhos

O passo 0 da metodologia ADAM teve como principais objetivos:

- Enquadrar e comunicar as razões que motivam a Câmara Municipal de Arouca a promover a adaptação às alterações climáticas;
- Definir os objetivos estratégicos para a prossecução desta estratégia;
- Reunir uma equipa técnica responsável pela realização desta estratégia;
- Desenvolver os procedimentos internos necessários para o sucesso do processo;
- Identificar os atores-chave locais a envolver no processo desenvolvimento e acompanhamento da Estratégia.

Este passo consistiu em quatro momentos:

1. Preparação dos trabalhos;
2. Explicitação da motivação para a adaptação no município;
3. Definição do problema e estabelecimento de objetivos;
4. Identificação de potenciais dificuldades e de formas para as ultrapassar.

Adicionalmente foi ainda elaborado um mapeamento institucional dos principais atores-chave a envolver no processo de identificação e avaliação de opções de adaptação e ao posterior acompanhamento da EMAAC.

2.3.2. Passo 1 – Identificar vulnerabilidades atuais

A vulnerabilidade consiste na propensão ou predisposição que determinado elemento ou conjunto de elementos têm para serem impactados negativamente. A vulnerabilidade agrega uma variedade de conceitos, incluindo exposição, suscetibilidade, severidade, capacidade para lidar com as adversidades e a capacidade de adaptação (IPCC, 2014).

As vulnerabilidades climáticas futuras consistem nos impactos expectáveis causados pela combinação da exposição ao clima futuro – obtida através de diferentes projeções climáticas – da sensibilidade dos elementos expostos a esse clima e da capacidade de adaptação.

O passo 1 da metodologia ADAM pretendeu apoiar a análise dos diferentes aspetos relacionados com a vulnerabilidade ao clima atual no município de Arouca. Para este fim foi desenvolvido um Perfil de Impactos Climáticos Locais (PIC-L) que permitiu, de forma sistemática, identificar fontes e reunir informação sobre os principais eventos meteorológicos a que o município esteve exposto entre 2005 a 2018 (13 anos).

A informação recolhida permitiu a criação de uma base de dados onde constam também, os impactos e as consequências desses eventos, a identificação (quando possível) de limiares críticos eventualmente ultrapassados, e as respetivas ações desenvolvidas pelo município e outros agentes, em resposta a esses eventos e consequências.

2.3.3. Passo 2 – Identificar vulnerabilidades futuras

De forma a identificar quais as principais vulnerabilidades e riscos futuros associados à mudança climática no município de Arouca, o passo 2 da metodologia teve como principais objetivos:

- Compreender melhor como o clima poderá mudar, através da utilização de projeções (cenários climáticos) até ao final do século;
- Identificar quais os principais impactos/riscos climáticos associados a essas projeções;
- Criar uma base de identificação de setores, atividades e grupos sociais especialmente vulneráveis a esses potenciais riscos.

A informação sobre as projeções climáticas utilizadas para avaliar as vulnerabilidades e riscos futuros (modelos, cenários climáticos, escalas), assim como os respetivos resultados para o Município de Arouca, são apresentados em maior detalhe ao longo deste documento. Tendo em consideração estas projeções climáticas e os respetivos impactos potenciais, foram ainda analisados no passo 2 os níveis de risco associados a esses impactos e a sua evolução ao longo de três períodos temporais (presente, meio do século e final do século).

Por fim, foram identificados e priorizados os principais riscos (diretos e indiretos), bem como as potenciais oportunidades (impactos positivos) que possam exigir uma resposta ao nível da adaptação.

De forma a visualizar a evolução dos riscos, foi utilizada uma matriz de risco para cada um dos períodos considerados.

O risco foi obtido através da multiplicação da frequência de ocorrência de um determinado tipo de evento, pela magnitude das consequências causadas pelos impactos desse evento. Tanto a frequência de ocorrência (atual e futura) de um evento como a magnitude das suas consequências foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 3 (alta).

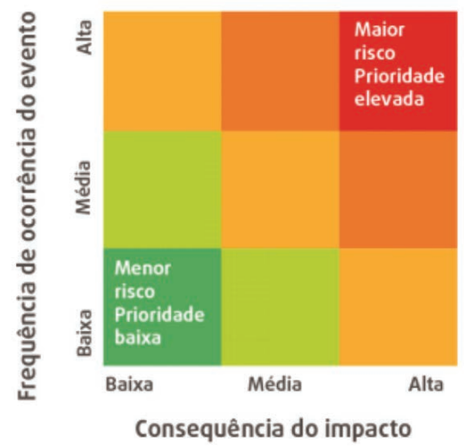


Figura 15. Matriz de Avaliação de Risco Climático

A utilização desta matriz de risco teve como finalidade apoiar a priorização dos diferentes riscos climáticos, relativamente a potenciais necessidades de adaptação. A prioridade de um determinado risco foi considerada como sendo função da frequência e da consequência associada a diferentes tipos de eventos e dos seus impactos no município. Foi atribuída maior prioridade à análise e avaliação de riscos que apresentam, no presente ou no futuro, maior frequência e/ou maiores consequências.

2.3.4. Passo 3 – Identificar opções de adaptação

O passo 3 da metodologia ADAM teve como objetivos:

- Identificar um conjunto inicial de opções de adaptação que possam ser relevantes no contexto do município de Arouca;
- Caracterizar as opções de adaptação identificadas, de forma a servirem de base de trabalho para uma posterior avaliação de opções a serem incluídas na estratégia e discutidas com os atores-chave locais;
- Dar a conhecer um conjunto de opções de adaptação às alterações climáticas contribuindo para uma melhor caracterização deste tipo particular de opções e sua posterior avaliação.

De forma a identificar, caraterizar e descrever um conjunto o mais alargado possível de potenciais opções de adaptação, foram analisados exemplos e experiências, nacionais e internacionais, através da consulta de fontes e referências da especialidade.

De forma a ter em conta a multiplicidade e o carácter heterogéneo das diferentes opções de adaptação, estas foram descritas de acordo com o tipo de ações que promovem, nomeadamente:

- **Infraestruturas cinzentas**: intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas melhor preparadas para lidar com eventos (incluindo extremos). Este tipo de opções foca-se no impacto direto das alterações climáticas sobre as infraestruturas e têm normalmente como objetivos o 'controlo' da ameaça ou a prevenção dos seus efeitos;
- **Infraestruturas verdes**: contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como o de reverter a perda de biodiversidade, a degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água. Utilizam as funções e os serviços dos ecossistemas para alcançar soluções de adaptação mais facilmente implementáveis e de melhor custo-eficácia que as infraestruturas 'cinzentas'. Podem passar, por exemplo, pela utilização do efeito de arrefecimento gerado por árvores e outras plantas, em áreas densamente habitadas; pela preservação da biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras; pela gestão integrada de áreas húmidas; e pelo melhoramento da capacidade de infiltração e retenção da água;
- **Medidas não estruturais**: correspondem ao desenho e implementação de políticas, estratégias e processos. Podem incluir, por exemplo, a integração da adaptação no planeamento territorial e urbano, a disseminação de informação, incentivos económicos à redução de vulnerabilidades e a sensibilização para a adaptação (e contra a má-adaptação). Requerem uma cuidadosa gestão dos sistemas humanos subjacentes e podem incluir, entre outros: instrumentos económicos (como mercados ambientais), investigação e desenvolvimento (por exemplo, no domínio das tecnologias), e a criação de quadros institucionais (regulação e/ou guias) e de estruturas sociais (por exemplo, parcerias) apropriadas.

As opções de adaptação identificadas como sendo relevantes para posterior avaliação foram ainda caracterizadas acordo com o seu âmbito e objetivos gerais:

- **Melhorar a capacidade adaptativa**: inclui desenvolver capacidade institucional, de forma a permitir uma resposta integrada e eficaz às alterações climáticas. Pode significar, por exemplo, a compilação da informação necessária e a criação das condições fundamentais (de cariz regulatório, institucional e de gestão) para levar a cabo ações de adaptação;
- **Diminuir as vulnerabilidades e/ou aproveitar oportunidades:** implica desenvolver ações concretas que reduzam a sensibilidade e/ou a exposição do município ao clima (atual ou projetado) e que permitam aproveitar oportunidades que surjam (ou possam vir a surgir). Este tipo de opções pode variar desde soluções simples de baixo custo até infraestruturas de grande envergadura, sendo fundamental considerar o motivo, a prioridade e a viabilidade das ações a implementar.

Frequentemente, muitas das ações que diminuem a vulnerabilidade reforçam igualmente a capacidade adaptativa, pelo que a distinção nem sempre é simples e deve ser enquadrada com prudência. As opções identificadas e selecionadas como potencialmente apropriadas para o Município de Arouca, foram avaliadas e priorizadas no passo 4 da metodologia ADAM.

2.3.5. Passo 4 – Avaliar opções de adaptação

O passo 4 procurou avaliar as opções de adaptação identificadas e caracterizadas no passo anterior, de forma a elaborar uma listagem inicial de opções prioritárias, a implementar no âmbito da EMAAC de Arouca.

De forma a promover uma abordagem estruturada e consistente na avaliação entre opções alternativas, foi aplicada uma análise multicritério utilizando um conjunto alargado de critérios de avaliação. As opções identificadas foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 5 (alta) relativamente aos seguintes critérios:

- Eficácia: as ações irão ao encontro dos objetivos, ou seja, produzirão os efeitos desejados?
- Eficiência: os benefícios da opção excedem os custos? Os objetivos serão atingidos com o mínimo de erros, tempo e esforço possível?
- Equidade: a ação afeta beneficamente outras áreas ou grupos vulneráveis?
- Flexibilidade: a opção é flexível e permitirá ajustamentos e incrementos na implementação?
- Legitimidade: a ação é aceitável política e socialmente?
- Urgência: qual o grau de urgência e com que brevidade a opção poderá ser implementada?
- Sinergias (coerência com outros objetivos estratégicos): a ação ajuda a alcançar outros objetivos?

Neste passo foi ainda promovido um processo complementar baseado na apresentação de algumas abordagens utilizadas na avaliação económica de opções de adaptação. Este processo procurou:

- Dar a conhecer algumas das metodologias geralmente aplicadas na avaliação económica de opções de adaptação (características, aplicabilidade, vantagens e limitações);
- Permitir uma reflexão sobre a contribuição da avaliação económica na adoção (ou rejeição) de opções de adaptação à escala municipal;
- Fundamentar os processos de avaliação e priorização de opções de adaptação em abordagens de avaliação económica, de forma a permitir uma posterior aplicação prática deste tipo de metodologias no município.

2.3.6. Passo 5 – Integrar, monitorizar e rever

O passo 5 da metodologia teve como objetivos:

- Analisar as opções de adaptação avaliadas no passo 4 da metodologia ADAM, na perspetiva do ordenamento do território, de forma a definir a sua potencial integração nos instrumentos de gestão territorial de âmbito municipal;
- Identificar e caracterizar os instrumentos de gestão territorial de âmbito municipal que poderão assegurar uma resposta adequada no âmbito da gestão territorial do município, tendo em atenção a tipologia, grau de atualização e área de incidência dos planos existentes;
- Definir formas e orientações para a integração das opções de adaptação nos instrumentos de gestão territorial e nos processos de elaboração, alteração, revisão, execução, monitorização e avaliação dos planos territoriais de âmbito municipal, tendo em linha de conta a necessidade de elaborar, alterar ou rever planos e de avaliar os custos e benefícios da introdução das opções de adaptação nesses instrumentos;
- Envolver um leque diversificado de agentes e atores-chave locais, de forma a recolher contributos relevantes para os conteúdos, opções e prioridades de intervenção no contexto territorial da adaptação às alterações climáticas no município;
- Desenvolver uma integração efetiva de todos os passos da metodologia aplicada ao desenvolvimento da EMAAC, definir e caracterizar o conjunto das ações de adaptação prioritárias para o município, assim como apresentar uma proposta para a sua implementação, monitorização e revisão.

3. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

3.1. Alterações Climáticas Globais

As alterações climáticas passaram a constituir um dos maiores desafios ambientais, sociais e económicos que o planeta e a humanidade enfrentam na atualidade. Apesar de ser conhecido o facto de que o risco se situa particularmente a médio e longo prazo, não se poderão descurar alguns sinais claríssimos de alterações climáticas já existentes e dos seus impactes em alguns setores.

O quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2014) concluiu que a alteração da temperatura média global à superfície provavelmente excederá, até ao fim do século XXI, os 1,5°C relativamente ao registado no período 1850-1900. Assim é cada vez mais reduzida e mais provável de ser ultrapassada a margem face ao limiar de 2°C (em relação o período pré-industrial), a partir do qual se convencionou haver consequência perigosas para os sistemas naturais e humanos.

As alterações recentes no clima têm provocado impactes nos sistemas naturais e humanos em todos os continentes e oceanos (IPCC, 2014). Paralelamente, as alterações climáticas têm tendência para potenciar ou acelerar outros riscos, onde se cruzam fatores naturais e antropogénicos, como por exemplo em termos da erosão costeira ou dos incêndios florestais.

Estas alterações tornaram-se, assim, numa preocupação à escala global e, naturalmente nacional. A resposta política e institucional nesta matéria foi atualizada e desenvolvida, encontrando-se espelhada nas propostas relativas ao ***Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC)*** que inclui, nas vertentes de mitigação e adaptação em alterações climáticas, os principais instrumentos

de política nacional, dos quais se destacam o ***Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030)*** e a ***Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020)***. Atenta às suas responsabilidades e, ainda, às consequências que as alterações climáticas poderão representar para o território, o Município de Arouca entende que é necessária a adotação de um conjunto de ações que promovam o conhecimento sobre as alterações climáticas, a avaliação dos seus potenciais riscos, impactes e consequências.

3.2. Pressupostos, Metodologias e Incertezas

Os modelos climáticos permitem simular a resposta do sistema climático a diferentes alterações naturais e/ou antropogénicas, possibilitando assim elaborar projeções do clima futuro para diferentes escalas temporais e espaciais.

Foi utilizada uma nova abordagem (*Representative Concentration Pathways* ou *RCPs*) para o desenvolvimento de cenários de emissões, pelo que os resultados não devem ser diretamente comparados com a anterior metodologia (*Special Report on Emission Scenario*s ou *SRES*) que foi aplicada, por exemplo, nos projetos SIAM.

A partir de uma concentração atual de CO_2 que ronda as 400 ppm (partes por milhão), as duas projeções de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) utilizadas nesta ficha representam:

- **RCP4.5**: uma trajetória de aumento da concentração de CO_2 atmosférico até 520 ppm em 2070, aumentando de forma mais lenta até ao final do século;
- **RCP8.5**: uma trajetória de crescimento semelhante até meio do século, seguida de um aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO_2 de 950 ppm no final do século.

Foram utilizados dois modelos climáticos cujos dados foram regionalizados para a Europa pelo projeto CORDEX e posteriormente processados no âmbito do programa AdaPT, mediante o desenvolvimento do Portal do Clima[1]. As variáveis analisadas nesta ficha têm por base os dados disponibilizados no referido portal, destacando-se os seguintes indicadores:

- **Temperatura**: média; máxima; mínima; número de dias de verão (temperatura máxima ≥ 25 ºC); número de dias muito quentes (temperatura máxima ≥ 35 ºC); número de dias de geada (<0 ºC); número de noites tropicais (temperatura mínima ≥ 20 ºC); número e duração de ondas de calor.
- **Precipitação**: média acumulada; número de dias de chuva (precipitação ≥ 1mm).
- **Intensidade do vento**: média (10 m); número de dias com vento moderado a forte, ou superior (ventos superiores a 5,5 m/s).

1 Portal do Clima disponível em http://portaldoclima.pt.

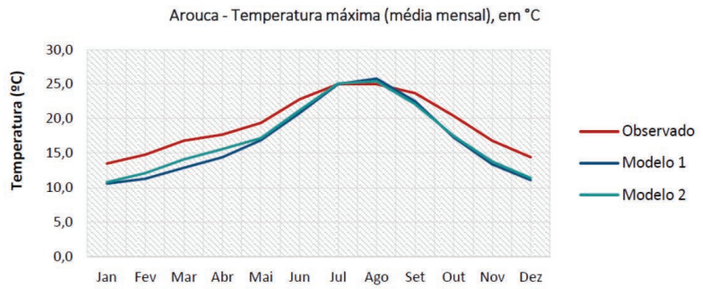
Para cada uma destas variáveis climáticas o Portal do Clima disponibiliza as médias mensais, sazonais e anuais, assim como os valores extremos, correspondentes ao número de dias acima de determinados limiares (média por ano, relativamente a períodos de 30 anos), a uma escala regional. Por conseguinte, para o concelho de Arouca foram considerados os dados calculados e projetados para a NUT III Área Metropolitana do Porto.

De forma a identificar as anomalias projetadas entre o clima atual e futuro, a presente análise recai sobre três períodos de trinta anos (normais climáticas):

- 1971-2000 (clima atual);
- 2041-2070 (meio do século);
- 2071-2100 (final do século).

Os dados referentes ao clima atual são fornecidos pelos modelos, pelo que apresentam um viés (desvio) relativamente aos dados observados. Este viés, que se pressupõe manter-se ao longo do tempo, pode ser percecionado na comparação entre os dados modelados para a NUT III Área Metropolitana do Porto e os observados para a média da temperatura máxima em Arouca (Gráfico 2), tendo por referência os dados referentes à estação do Porto, no período 1971-2000.

Gráfico 2. Comparação entre os valores observados (IPMA) e os modelados para o clima presente – Arouca



Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2017); Normais Climatológicas para a estação do Porto (1971-2000) (IPMA, 2018).

As figuras apresentadas indicam qual o modelo e o cenário a que se referem. Os textos explicativos podem conter informação não apresentada nas figuras por razões de poupança de espaço.

3.3. O caso do município de Arouca

O município de Arouca localiza-se no noroeste de Portugal e, de acordo com a classificação Köppen-Geiger, apresenta um clima Mediterrâneo, do tipo Csb (temperado com verão seco e suave).

As principais alterações climáticas projetadas para Arouca são apresentadas, de forma resumida, na figura seguinte, sendo que o conjunto global dos dados projetados poderão ser encontradas nos anexos ao presente plano.

Tabela 7. Resumo das principais alterações climáticas projetadas para Arouca até ao final do século XXI

Variável climática	Sumário	Alterações projetadas
	Diminuição da precipitação média anual	**Média anual** Diminuição da precipitação média anual no final do séc. XXI, podendo variar entre 5% e 12%. **Precipitação sazonal** Nos meses de inverno a tendência é de ligeiro aumento da precipitação, podendo variar entre 0% e 17%. No resto do ano, projeta-se uma tendência de diminuição, que pode variar entre 9% e 25% na primavera, entre 13% e 51% no verão e entre 14% e 22% no outono. **Secas mais frequentes e intensas** Diminuição do número de dias com precipitação, entre 11 e 25 dias por ano. Aumento da frequência e intensidade das secas no sul da Europa [IPCC, 2013].
	Aumento da temperatura média anual, em especial das máximas	**Média anual e sazonal** Subida da temperatura média anual, entre 2ºC e 4ºC, no final do século. Aumento acentuado das temperaturas máximas no outono (entre 2ºC e 4ºC) e no verão (entre 2ºC e 5ºC). **Dias muito quentes** Aumento do número de dias com temperaturas muito altas (≥ 35ºC) e de noites tropicais, com temperaturas mínimas ≥ 20ºC. **Ondas de calor** Ondas de calor mais frequentes e intensas.
	Diminuição do número de dias de geada	**Dias de geada** Diminuição acentuada do número de dias de geada. **Média da temperatura mínima** Aumento da temperatura mínima entre 2ºC e 4ºC no inverno, sendo mais expressivo no verão (entre 2ºC e 5ºC) e no outono (entre 2ºC e 4ºC).
	Aumento dos fenómenos extremos de precipitação	**Fenómenos extremos** Aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação intensa ou muito intensa (projeções nacionais) [Soares *et al.*, 2015]. Tempestades de inverno mais intensas, acompanhadas de chuva e vento forte (projeções globais) [IPCC, 2013].

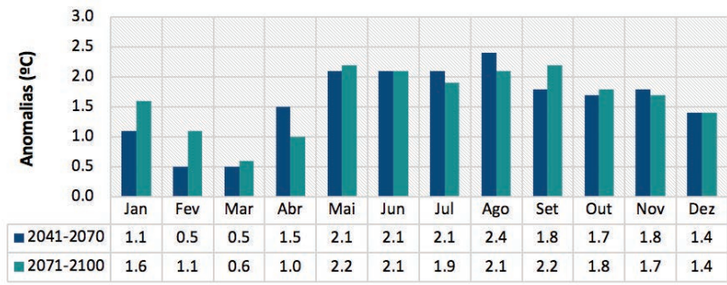
Fonte: Apresentação gráfica da imagem adaptada do projeto ClimAdaPT.Local.

3.4. Projeções Climáticas (médias)

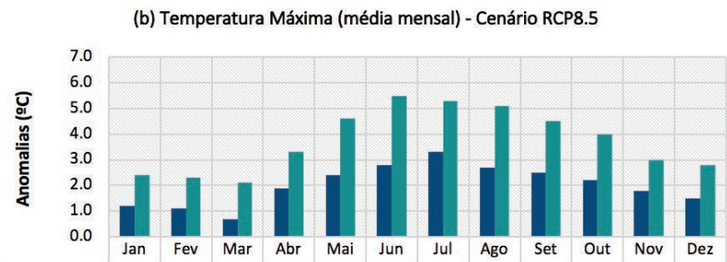
3.4.1. Temperatura

Ambos os modelos e cenários indicam um aumento da temperatura máxima (média mensal) ao longo do século, embora com trajetórias e variações sazonais diferentes (ver Gráfico 3). As anomalias mais elevadas são projetadas para o verão (até 5°C) e para o outono (até 4°C), seguidas da primavera e do inverno (até 3ºC). Espera-se que a temperatura mínima também aumente de forma acentuada, com os maiores desvios projetados para o verão (até 5 ºC) e para o outono (até 4ºC), sendo menores nas restantes estações (até 3ºC na primavera e no inverno). Para a temperatura média anual projeta-se também o mesmo comportamento de subida ao longo do século, para ambos os modelos e cenários.

Gráfico 3. Anomalias da média mensal de temperatura máxima para: (a) RCP4.5 [mod. 2] e (b) RCP8.5 [mod. 2]



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2041-2070	1.1	0.5	0.5	1.5	2.1	2.1	2.1	2.4	1.8	1.7	1.8	1.4
2071-2100	1.6	1.1	0.6	1.0	2.2	2.1	1.9	2.1	2.2	1.8	1.7	1.4



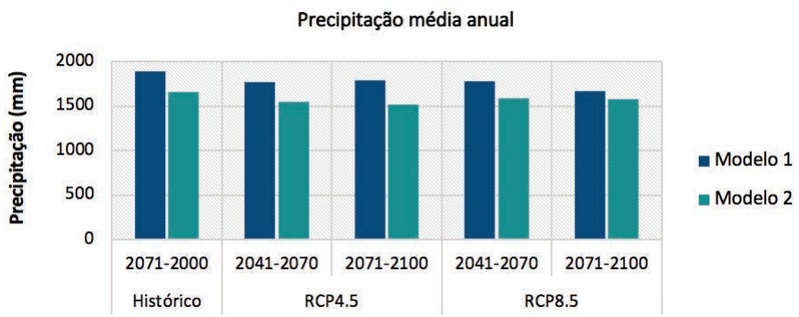
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2041-2070	1.2	1.1	0.7	1.9	2.4	2.8	3.3	2.7	2.5	2.2	1.8	1.5
2071-2100	2.4	2.3	2.1	3.3	4.6	5.5	5.3	5.1	4.5	4.0	3.0	2.8

Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

3.4.2. Precipitação

As projeções indicam uma tendência de diminuição da precipitação média anual que poderá atingir, no final do século, uma redução de até 12% relativamente ao clima atual (Gráfico 2).

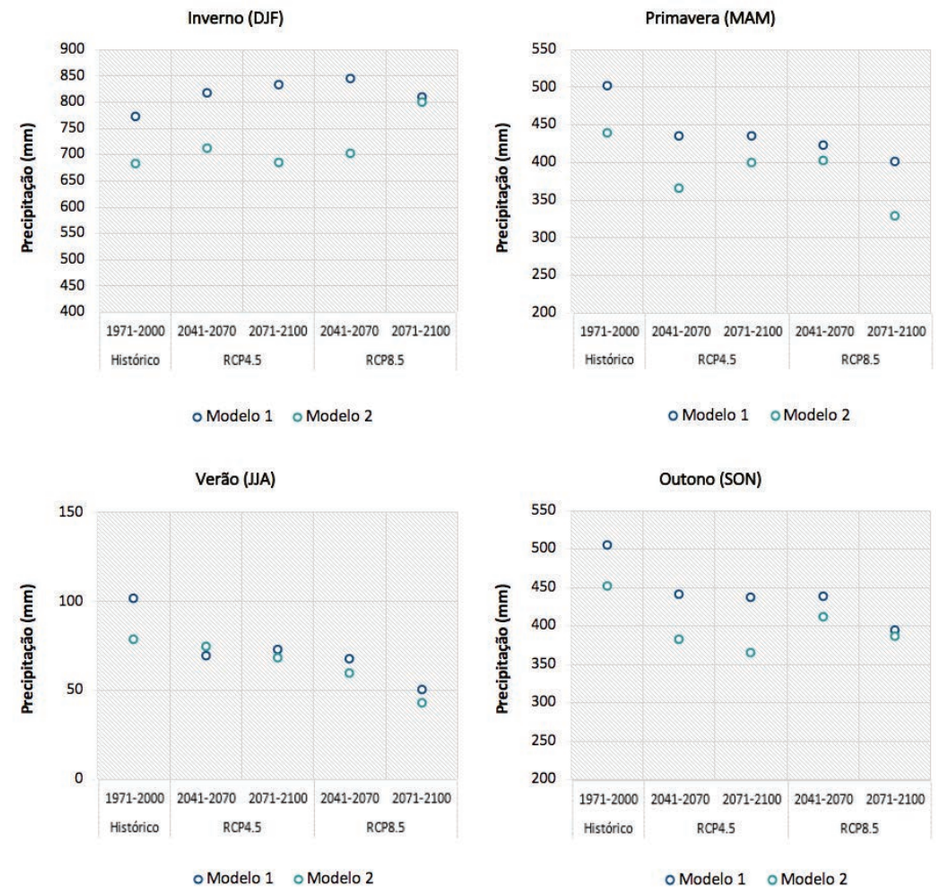
Gráfico 4. Precipitação média anual no clima atual e nos cenários futuros



Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

Quanto às projeções sazonais, as reduções projetadas para a primavera e para o verão são acentuadas (até 25% e 51%, respetivamente), embora a diminuição na primavera possa acarretar maiores consequências dado que a atual precipitação no verão é residual. Para o outono projetam-se também decréscimos significativos, oscilando entre os 3% (cenário RCP4.5, modelo 1) e os 29% (cenário RCP8.5, modelo 9) no final do século. No inverno, a incerteza é maior, verificando-se uma ligeira tendência de acréscimo. Nesta estação, as anomalias para o final do século variam entre a manutenção dos valores médios atuais (cenário RCP4.5, modelo 2) e um aumento de 17% (cenário RCP8.5, modelo 2) (**Gráfico 5**).

Gráfico 5. Média da precipitação por estação do ano (projeções para ambos os modelos e cenários)



Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

3.4.3. Vento

Projeta-se que os valores de velocidade do vento (média anual) poderão diminuir até 3% no final do século. Relativamente às projeções sazonais, a velocidade do vento poderá manter-se ou diminuir no inverno e no verão, até 2% e 3%, respetivamente. Na primavera e no outono, a tendência é mais clara, projetando-se decréscimos entre 3% e 6% na primavera e entre 3% e 8% no outono.

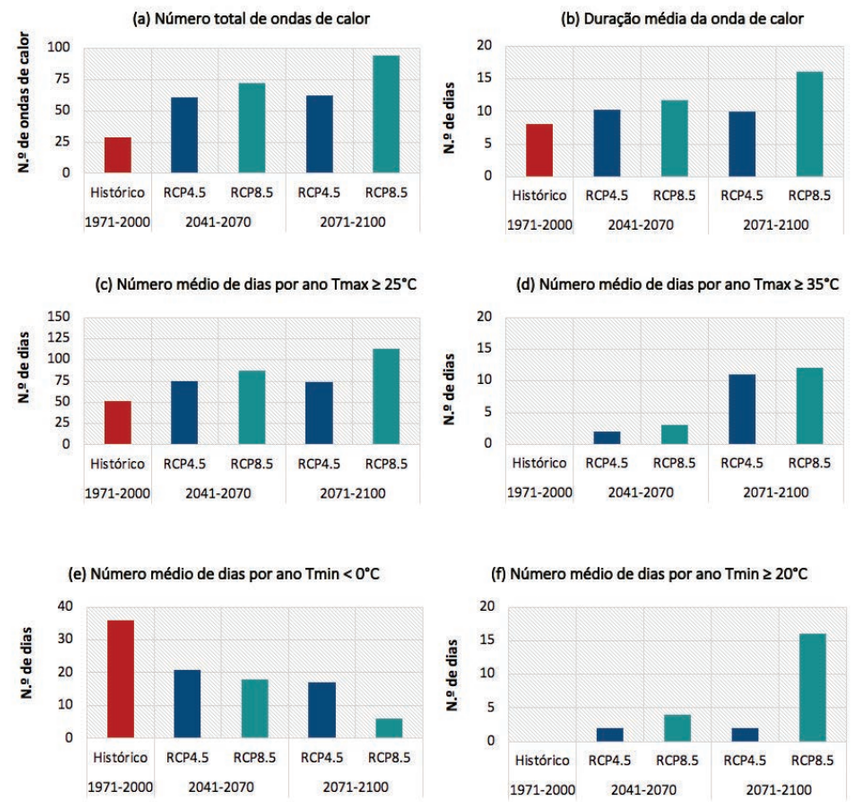
3.5 Projeções climáticas (indicadores e índices de extremos)

3.5.1. Temperatura

Projeta-se um aumento considerável no número médio de dias de verão (entre 23 e 62 dias) e do número de dias muito quentes (entre 5 e 15 dias) até ao final do século. O número médio de dias muito quentes (por ano) poderá mesmo chegar a ser mais de 12 vezes superior ao atual (RCP8.5, modelo 2). Projeta-se um aumento substancial da frequência de ondas de calor (podendo chegar a ser mais de cinco vezes superior no cenário RCP8.5) e um aumento da sua duração (podendo chegar a ser duas vezes superior no cenário RCP8.5). Para a frequência de noites tropicais (média anual) projeta-se um aumento em ambos os modelos e cenários, podendo atingir as 21 noites. O número de dias de geada diminui em todos os modelos e cenários, projetando-se variações negativas entre os 5 e os 30 dias.

No gráfico seguinte são apresentadas as projeções dos valores extremos de temperatura para o cenário atual e cenários futuros, assumindo como referência, para efeitos ilustrativos, o modelo 2.

Gráfico 6. Projeções climáticas dos valores extremos de temperatura para o cenário atual e futuros [modelo 2]: (a) Frequência das ondas de calor; (b) Duração média da onda de calor; (c) Número médio de dias de verão; (d) Número médio de dias muito quentes; (e) Número médio de dias de geada; (f) Número médio de noites tropicais

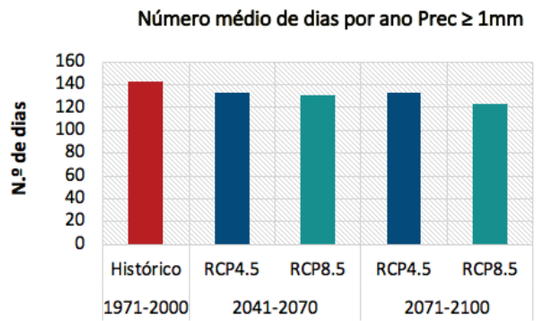


Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

3.5.2. Precipitação

O número de dias de chuva (≥ 1mm) poderá diminuir entre 11 a 25 dias (média anual) no final do século. Em termos de variação sazonal, projetam-se diminuições mais significativas na primavera, verão e outono. Para efeitos ilustrativos, é apresentada no Gráfico 7 seguinte a projeção do número médio de dias de precipitação, tendo como referência o modelo 2.

Gráfico 7. Número médio de dias de chuva [modelo 2]

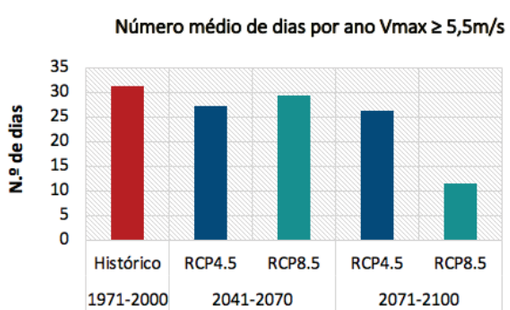


Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

3.5.3. Vento

O número de dias com vento moderado a forte, ou superior (> 5,5 m/s), poderá diminuir entre 1 a 25 dias no clima futuro (ambos os modelos e cenários). Em geral, estas ocorrências poderão ser menos frequentes, embora dos meses de inverno exista a possibilidade de um ligeiro aumento. De modo geral, projeta-se que estas ocorrências tendam a ser menos frequentes. Para efeitos ilustrativos, é apresentada no gráfico seguinte a projeção do número médio de dias com vento moderado a forte, ou com intensidade superior, tendo por referência o modelo 2.

Gráfico 8. Número médio de dias com vento moderado a forte, ou com intensidade superior [modelo 2]



Fonte: Portal do Clima (IPMA, 2018).

4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

4.1. Impactos e Vulnerabilidades Observadas

Conforme é possível verificar na tabela seguinte, no Município de Arouca foram identificados 8 tipos eventos climáticos adversos distintos, no período em análise: granizo; nevões; precipitação excessiva (cheias e inundações); temperaturas baixas/ondas de frio; temperaturas elevadas/ondas de calor; tempestades/tornados; trovoadas/raios; ventos fortes.

No entanto, no anexo I podemos encontrar o perfil de impactes climáticos simplificado.

Os impactos e consequências destes eventos climáticos vão desde alterações na biodiversidade, alterações no uso de equipamentos/serviços, alterações nos estilos de vida, cheias, danos em edifícios, danos para a saúde, danos para a vegetação, danos para as infraestruturas, deslizamento de vertentes (como consequência de chuvas ou outro evento climático), doenças relacionadas com calor excessivo, falhas no fornecimento de energia, incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos), inundações, redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios, severidade meteorológica, etc.

Um dos impactos mais notório na sequência dos episódios de **ventos fortes** está relacionado com as alterações no uso de equipamentos/serviços, com consequências ao nível do condicionamento / encerramento da circulação em alguns eixos rodoviários, desabamentos de estruturas, etc.

Quanto aos fenómenos de **precipitação excessiva (cheias e inundações)**, tornou-se evidente neste levantamento, que os principais impactos registados no período em análise foram os deslizamentos de vertentes (como consequência de chuvas) e as alterações no uso de equipamentos/serviços, com consequente condicionamento / encerramento da circulação em alguns eixos rodoviários, colocação de habitações em perigo por instabilidade de vertentes e encerramento de equipamentos / estabelecimentos.

No Município de Arouca, as **temperaturas elevadas/ondas de calor** têm como principais impactos associados danos para a saúde (doenças relacionadas com calor excessivo), com consequências ao nível do aumento da afluência por parte da população às unidades de saúde, mas também incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos).

Por sua vez, no que diz respeito aos eventos de nevões, estes têm como principais impactos associados alterações no uso de equipamentos/serviços e alterações nos estilos de vida, levando ao condicionamento / encerramento da circulação em alguns eixos rodoviários, mas também ao isolamento de algumas localidades devido à queda de neve.

Os eventos climáticos relacionados com **temperaturas baixas/ondas de frio** tiveram como principais impactos alterações nos estilos de vida, danos para a saúde e severidade meteorológica.

Um dos impactos mais notáveis das alterações climáticas diz respeito às **tempestades/tornados**, provocando danos materiais avultados e com impactos ao nível das alterações no uso de equipamentos/serviços, alterações nos estilos de vida, danos em edifícios, falhas no fornecimento de energia, entre outros.

Por último, os episódios de **granizo** e, também de **trovoadas/raios**, apesar de terem uma frequência muito inferior aos eventos acima referidos, e dos impactos estarem maioritariamente relacionados com moderadas alterações no uso de equipamentos/serviços, nos estilos de vida e em danos para a saúde (doença, ferimentos, morte, etc.), devem, também, ser devidamente considerados nesta análise.

Tabela 8. Sumário dos resultados do Perfil dos Impactos Climáticos Locais (PIC-L)[2]

Variáveis	Exemplo (s)
Eventos climáticos	Granizo; Nevões; Precipitação excessiva (cheias e inundações); Temperaturas baixas/ondas de frio; Temperaturas elevadas/ondas de calor; Tempestades/tornados; Trovoadas/raios; Ventos fortes.

2 Consultar o "sumário" da base de dados PIC-L

Variáveis	Exemplo (s)
Impactos registados	Alterações na biodiversidade; Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Cheias; Danos em edifícios; Danos para a saúde; Danos para a vegetação; Danos para as infraestruturas; Deslizamento de vertentes (como consequência de chuvas ou outro evento climático); Doenças relacionadas com calor excessivo; Falhas no fornecimento de energia; Incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos); Inundações; Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios; Severidade meteorológica.
Consequências registadas	Afetação da biodiversidade; Afetação de plataforma turística; Agravamento de doenças crónicas; Aldeias isoladas; Aumento do número de atendimentos; Automobilistas retidos; Falhas de energia; Falhas de comunicações; Condicionamento da circulação na via/Encerramento da via; Emissão de grandes quantidades de poluentes, com repercussões na qualidade do ar e com consequências na saúde das populações afetadas; Danos económicos; Danos materiais; Estrutura danificada; Inundações. Etc.
Eventos climáticos que tiveram importância alta	Precipitação excessiva (cheias e inundações); Temperaturas elevadas/ondas de calor; Ventos fortes.
Eventos climáticos que tiveram eficácia de resposta alta	Granizo; Nevões; Precipitação excessiva (cheias e inundações); Temperaturas baixas/ondas de frio; Temperaturas elevadas/ondas de calor; Tempestades/tornados; Ventos fortes.

Variáveis	Exemplo (s)
Eventos climáticos, com importância alta ou moderada, que tiveram baixa eficácia de resposta	Nevões; Temperaturas elevadas/ondas de calor; Trovoadas/raios; Ventos fortes.

4.1.1. Ventos fortes

De uma maneira geral, os danos causados pelos ventos fortes (tornados) consistem na danificação ou desmoronamento de edifícios e muros e na projeção de objetos, nomeadamente viaturas e coberturas, constituindo uma ameaça significativa para as vidas humanas. Nos Estados Unidos da América, país mais afetado por este tipo de catástrofe, os tornados são responsáveis por quase metade das mortes atribuídas a desastres derivados de fenómenos meteorológicos adversos (ANPC, 2009).

Sendo um fenómeno climático extremo torna-se conveniente entender o território de acordo com as condições que este oferece, de forma a permitir a sua classificação de acordo com as condições geomorfológicas e do contributo dessas condições para a amenização ou agudização dos efeitos do referido fenómeno.

No concelho de Arouca verifica-se que, pela frequência dos ventos que e de acordo com a Figura 16 é o rumo noroeste o mais frequente.

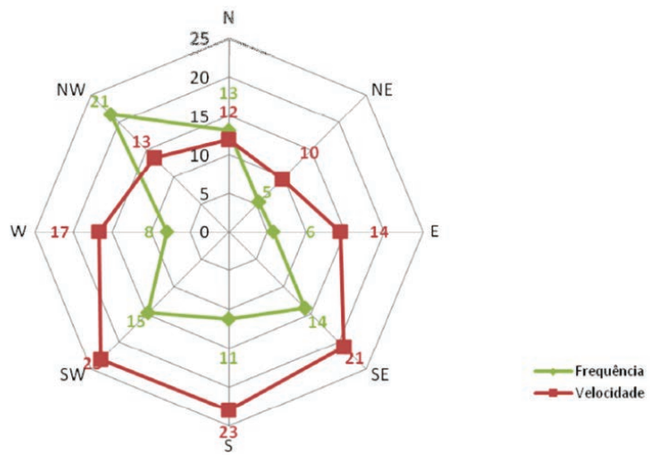


Figura 16. Padrões eólicos para o concelho de Arouca (período de 1955 – 1973).
Fonte: PMDFCI do Município de Arouca; 2015.

No que se refere a velocidades, o quadrante sul é o que apresenta os valores médios anuais mais altos, onde as velocidades atingem valores superiores aos 20 Km/h. A frequência anual do vento atinge os seus valores mais elevados nos quadrantes Noroeste (21), Sudoeste (15) e Sudeste (14).

Tabela 9. Médias mensais da frequência e velocidade do vento no concelho de Arouca (período de 1955-1973)

Mês	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V	F	V
Janeiro	9,5	15	4,4	13	6	13	15	24	19	30	20	30	8	21	13	19
Fevereiro	8,1	13	4,3	10	5	22	20	26	15	29	18	34	9	28	16	19
Março	7,4	14	4,6	11	5	17	18	30	12	29	18	28	8	23	21	15
Abril	15	11	6	8,9	6	13	11	18	8,5	26	17	24	8	15	24	13
Maio	18	13	2,8	8,4	4	11	8,1	20	10	22	16	22	9	12	25	12
Junho	17	9,6	6,3	6,4	6	13	11	18	8,9	16	11	18	8	12	26	8,6
Julho	20	9,6	4,5	7,7	5	12	9,1	17	5,8	14	9,7	11	9	8,3	30	8,2
Agosto	17	8,9	7,6	8,1	4	14	9,3	16	6	14	8,8	13	7	8,6	30	7,8
Setembro	10	8,6	4,3	9,3	4	14	11	17	9,8	19	18	16	9	12	23	9,1
Outubro	8,7	12	5,8	9,2	7	14	20	20	17	24	14	24	8	13	13	14
Novembro	11	13	8,1	12	8	14	19	25	12	30	13	31	6	23	16	17
Dezembro	15	15	7	12	8	16	14	21	10	23	13	28	7	25	20	19

Fonte: PMDFCI do Município de Arouca; 2015.

A tabela anterior demonstra que ao longo de todo o ano a frequência do vento é homogénea. No que se refere à velocidade denota-se ser no primeiro e último trimestre do ano que os valores são mais elevados, sendo o valor médio máximo de 34 Km/h no mês de Fevereiro.

Embora saibamos que este tipo de evento está muitas vezes associado à ocorrência de precipitação ou vice-versa, é mais sensato abordá-los em separado, para uma melhor compreensão dos fenómenos em particular.

Refira-se que, quanto a ventos fortes, no período em análise este foi o evento climático com maior número de registos, sendo importante referir que, nos últimos anos, tem-se vindo a assistir a episódios mais frequentes de ventos fortes, alguns deles causadores de danos extremamente avultados.

Em 2010, mais propriamente nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, registaram-se 30 episódios de vento forte verificados em diferentes localizações no concelho. Estes eventos tiveram impactos ao nível das alterações no uso de equipamentos/serviços, com consequências ao nível do condicionamento / encerramento da circulação em alguns eixos rodoviários.

Destacam-se, também, os anos de 2006, com 23 registos, de 2009 com 21 registos e 2013, com 19 registos de episódios de ventos fortes. De referir que no período em análise, com exceção dos anos de 2005 e de 2018, nos quais, de acordo com o levantamento efetuado, não foram registados episódios de ventos fortes, em todos os restantes anos verificou-se a sua ocorrência.

Tabela 10. Impactos e consequências "ventos fortes" – dados obtidos no PIC-L

Ventos Fortes	
Tipo	Ventos fortes.
Detalhes	Chuva intensa e ventos fortes.
Impactos	Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Danos em edifícios; Danos para a saúde; Danos para a vegetação; Danos para as infraestruturas; Falhas no fornecimento de energia; Incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos); Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios; Severidade meteorológica.
Consequências	Agravamento de doença crónica; Circulação condicionada na via; Circulação condicionada na via e perda de vegetação; Contribuição para a emissão de grandes quantidades de poluentes, com repercussões na qualidade do ar e com consequências na saúde das populações afetadas; Danos económicos; Desabamento de estrutura; Destruição de área florestal (área ardida); Destruição parcial das espécies existentes no local; Estrutura danificada; Estrutura em risco de queda para a via pública; Falhas de energia Entre outros.
Setores afetados	Agricultura e Floresta; Biodiversidade; Energia e Indústria; Ordenamento do Território e Cidades; Saúde Humana Segurança de Pessoas e Bens.

Ventos Fortes	
Entidades envolvidas na resposta	Corpos de Bombeiros; Guarda Nacional Republicana (GNR); Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC); INEM; Outros Agentes de Proteção Civil; EDP Distribuição; Município de Arouca.
Limiar crítico	Desconhecidos.

Como ilustrado na figura seguinte, os ventos fortes, que têm como impactos alterações no uso de equipamentos/serviços, nos estilos de vida, falhas no fornecimento de energia e danos em edifícios, podem gerar diferentes consequências.

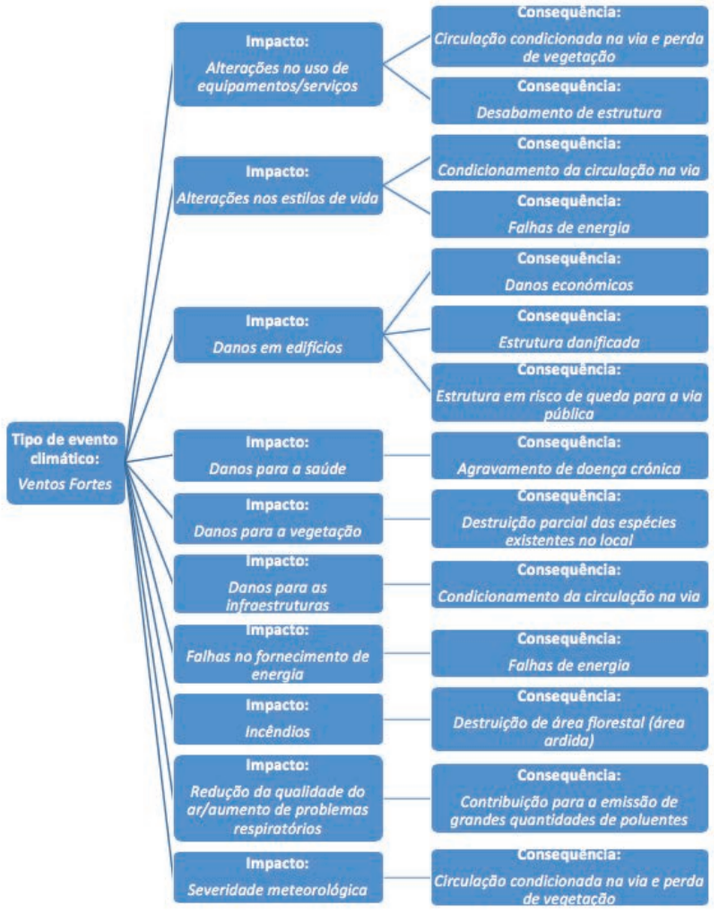


Figura 17. Impactos e consequências "ventos fortes" – dados obtidos no PIC-L

4.1.2. Precipitação excessiva (cheias e inundações)

As inundações são um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste na submersão de terrenos usualmente emersos. As inundações englobam as cheias (transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, que podem ser rápidas ou lentas), a subida da toalha freática acima da superfície topográfica e as devidas à sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais dos aglomerados urbanos. As inundações são devidas a precipitações abundantes ao longo de vários dias ou semanas (cheias lentas e subida da toalha freática) e a precipitações intensas durante várias horas ou minutos (cheias rápidas e sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais) (ANPC, 2009).

De acordo com dados do EM-DAT[3] (Emergency Events Database), no período entre 1900 e 2011, verifica-se que em Portugal as inundações foram um dos eventos naturais responsáveis por um maior número de vítimas mortais e por um maior número de pessoas afetadas, sendo de destacar o contributo que o Homem desempenha na intensificação deste fenómeno, nomeadamente, pela alteração dos usos do solo e transformação daquela que é a dinâmica natural do território.

O conhecimento das ocorrências de cheias e inundações no passado é imprescindível num trabalho desta índole, permitindo perceber que o comportamento hidrológico nesta área foi sofrendo alterações ao longo do tempo.

As grandes cheias de 4 de outubro de 1929 e de 14 de maio de 1934 provocaram enormes prejuízos à população ribeirinha, nomeadamente, pela velocidade com que o rio transbordou o seu leito ordinário, tendo a precipitação atingido os 41,6 mm. Para contrariar a ocorrência de mais fenómenos devastadores desta índole, em 1945, iniciou-se a regularização e o encanamento do rio Marialva no espaço urbano, processo que foi concluído a 30 de junho de 1949. No mesmo ano a Vila deparou-se novamente com inundações que não estavam relacionadas com o transbordo do rio, tendo sido provocadas pela intensa e concentrada precipitação, destacando-se os 96,3 mm registados no dia seguinte ao referido na notícia (MARAFUZ, 2011).

Segundo Marafuz (2011), este tipo de inundações intensificou-se, sobretudo após os anos oitenta, com a expansão urbana da vila e consequente impermeabilização do solo. Na década de 90, mais precisamente as cheias de 1995 que atingiram a Várzea resultam de vários dias de precipitação que contribuem para a saturação dos solos e, posteriormente, para o transbordo do rio.

Saliente-se, também, o rigoroso Inverno de 2000/2001, em que se desencadearam cheias sucessivas devido às precipitações continuadas durante dias, atingindo um máximo de 123,5 mm, no dia 27 de janeiro.

Quanto ao episódio de 2 de Outubro de 2006, verificou-se que num espaço de quatro horas (das 16h às 19h), foi registado um valor de 43,7 mm de precipitação que se concentrou rapidamente nos pontos críticos da Vila, devido à impermeabilização e à morfologia de Arouca (Figura 18).

3 http://www.emdat.be/

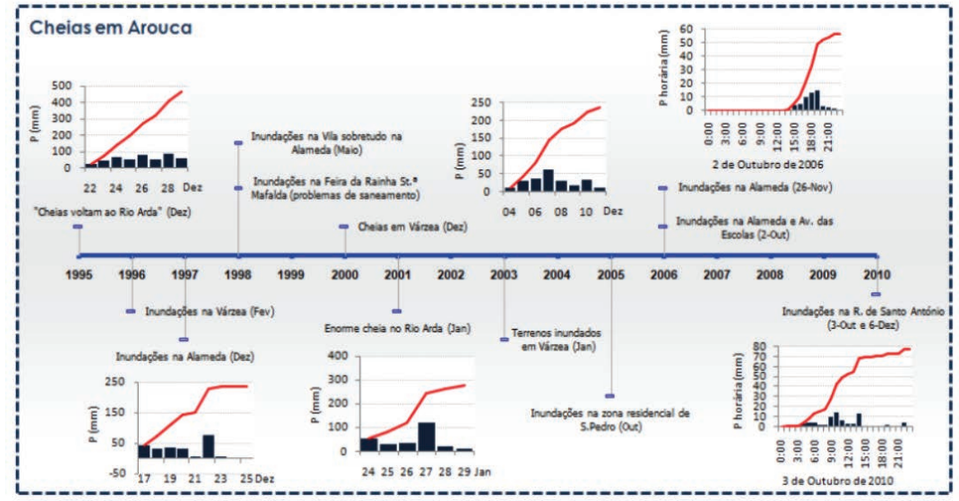


Figura 18. Registo histórico de ocorrência de cheias em Arouca.
Fonte: MARAFUZ, 2011.

No que se refere às inundações de 3 de outubro de 2010, estas apresentam características semelhantes às de 2006, verificando-se que entre as 9h e as 11h precipitou, sensivelmente, 31mm (Figura 18).

Tabela 11. Impactos e consequências "precipitação excessiva (cheias e inundações) " – dados obtidos no PIC-L

Precipitação excessiva (cheias e inundações), 2006	
Tipo	Precipitação excessiva (cheias e inundações)
Detalhes	Períodos de chuva ou aguaceiros fortes. Precipitação diária persistente.
Impactos	Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Cheias; Danos para a saúde; Danos para as infraestruturas; Deslizamento de vertentes (como consequência de chuvas ou outro evento climático); Inundações; Severidade meteorológica.

Precipitação excessiva (cheias e inundações), 2006	
Consequências	Cave inundada; Condicionamento da circulação na via; Condicionamento da circulação na via e perda de vegetação; Condicionamento da circulação na via / encerramento da via; Condicionamento da circulação na via / encerramento da via / necessidade de recorrer a via alternativa; Danos materiais; Danos na infraestrutura; Encerramento dos equipamentos da zona balnear do Areinho; Fecho do estabelecimento comercial; Habitações em perigo por instabilidade de vertentes; Habitações inundadas; Inundação de Pólo Escolar; Vítimas mortais; Entre outros.
Setores afetados	Agricultura e Floresta; Ordenamento do Território e Cidades; Recursos Hídricos; Saúde Humana Segurança de Pessoas e Bens; Turismo.
Entidades envolvidas na resposta	Corpos de Bombeiros; *Guarda Nacional Republicana (GNR);* *Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC);* *Infraestruturas de Portugal, SA;* *Município de Arouca.*
Limiar crítico	Desconhecidos

Como ilustrado na Figura 19 e na Figura 20, as precipitações excessivas, que têm como impactos alterações no uso de equipamentos/serviços, alterações nos estilos de vida, cheias, danos para a saúde, danos para as infraestruturas, deslizamento de vertentes, inundações e severidade meteorológica, podem gerar diferentes consequências.

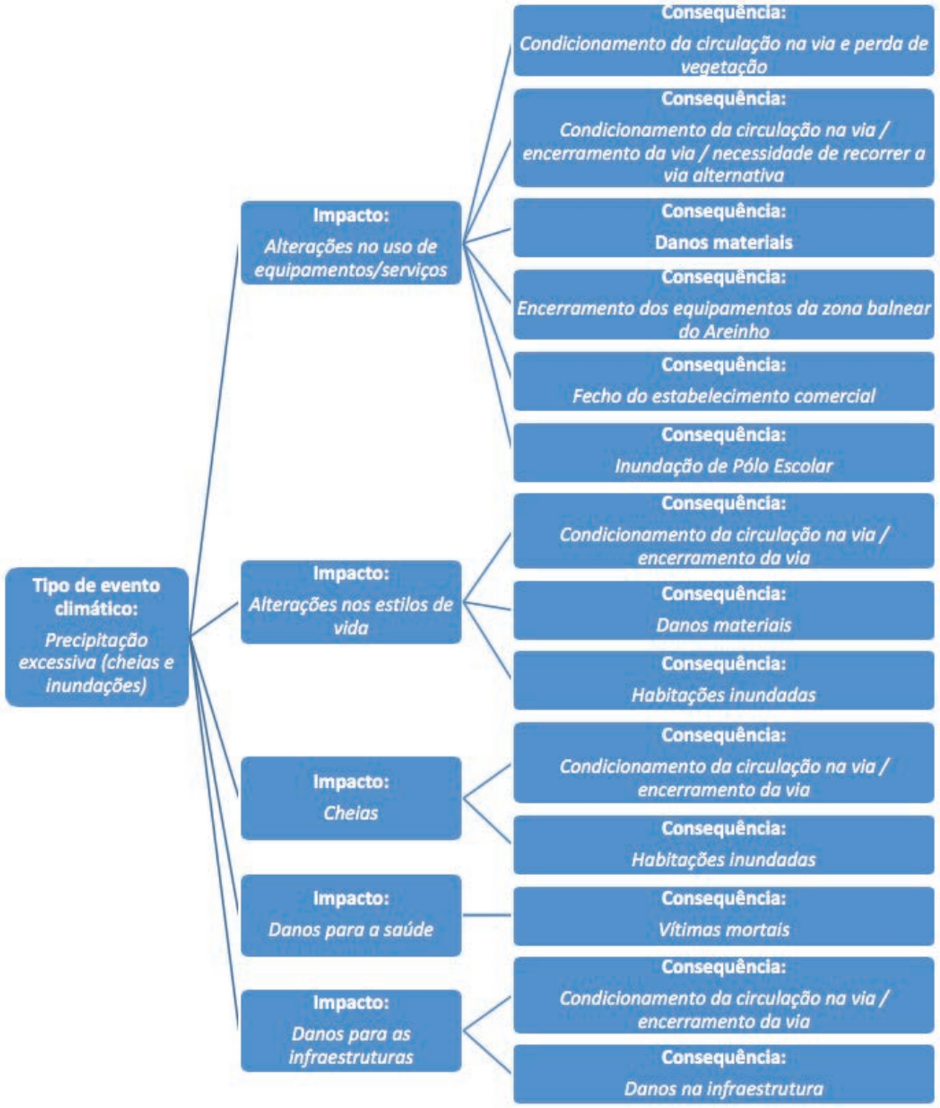


Figura 19. Impactos e consequências "precipitação excessiva (cheias e inundações) " – dados obtidos no PIC-L

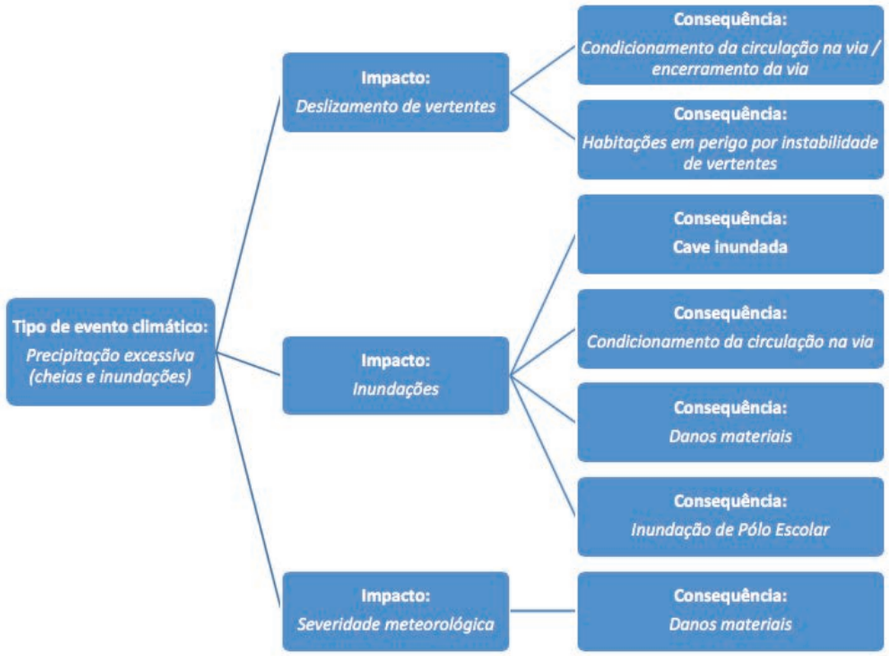


Figura 20. Impactos e consequências "precipitação excessiva (cheias e inundações) " – dados obtidos no PIC-L (continuação)

Os padrões de precipitação no clima futuro apresentam um grau de incerteza superior ao das variáveis térmicas do clima. Apesar da incerteza, perspetiva-se uma evolução dos padrões de precipitação no sentido de haver uma redução da duração da estação chuvosa e uma intensificação da precipitação nesse período em contraste com a redução da precipitação na primavera, verão e outono. Esta dinâmica vai determinar a ocorrência de um maior número de episódios de cheias e inundações durante o inverno (ANPC, 2014).

4.1.3. Temperaturas elevadas/Ondas de calor

Uma onda de calor corresponde a um período de tempo de pelo menos 6 dias em que a temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio das temperaturas máximas do período de referência (OMM). Apesar de relativamente comuns no clima português de tipo mediterrânico, sobretudo no verão quando associadas a circulações anticiclónicas de sul e de este, as mais intensas e com maior duração, como as recentemente verificadas em 2003, podem ser responsáveis por uma mortalidade acentuada (cerca de 2.000 mortos) nos grupos de risco mais elevado (ANPC, 2009).

O mês de agosto de 2016 em Portugal Continental foi extremamente quente e seco, tendo sido o mês de agosto com a temperatura máxima mais alta desde 1931, igualando agosto de 2003 (Figura 21). Em relação à temperatura média foi o 5.º mês de agosto mais quente, atrás de 2003, 1949, 2010 e 2005. O valor da temperatura mínima esteve ligeiramente acima do normal, posição 19.ª nos 86 anos considerados.

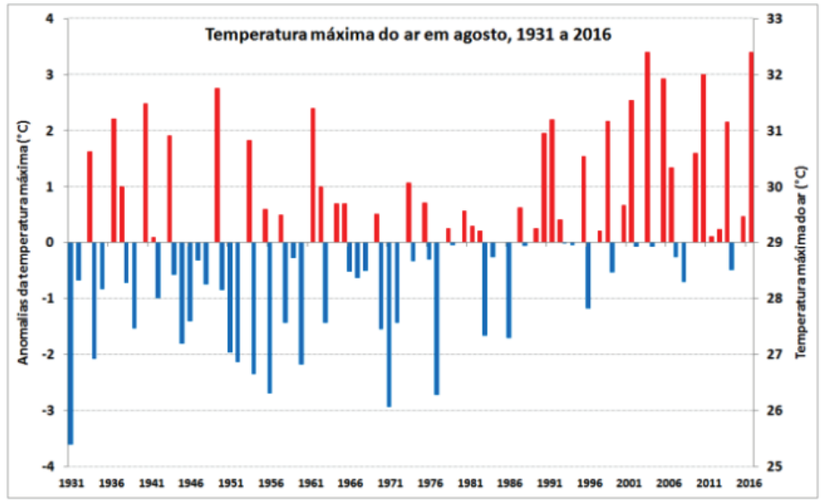


Figura 21. Evolução da temperatura máxima do ar e anomalias em relação aos valores médios no período 1971- 2000, no mês de agosto, em Portugal continental. Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera; 2016.

A temperatura média do ar, 24,2°C foi 2,0°C acima do valor normal 1971-2000; a temperatura máxima de 32,2°C foi superior em 3,4°C e a temperatura mínima de 16,1°C correspondeu a uma anomalia positiva de 0,6°C.

Ao longo do mês (Figura 22) destacaram-se 2 períodos com valores de temperatura muito superiores ao normal, dias 5 a 14 e 21 a 27.

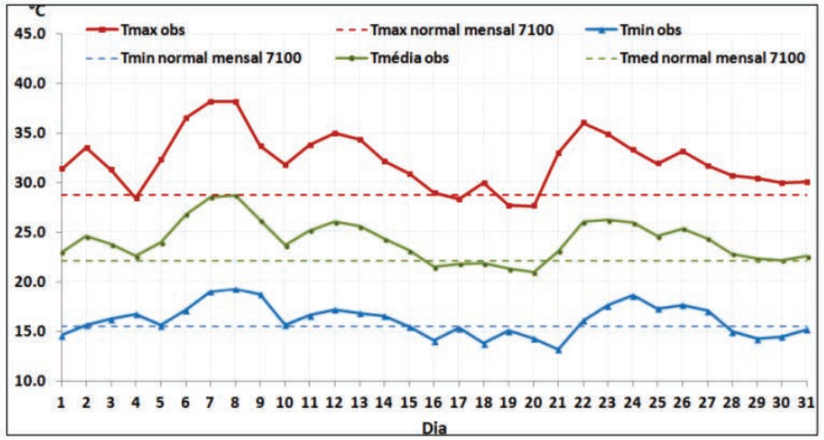


Figura 22. Evolução diária da temperatura do ar de 1 a 31 de agosto de 2016 em Portugal continental. Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera; 2016.

O período de 5 a 14, caraterizou-se pela persistência de valores muito altos de temperatura máxima do ar (superiores a 31 °C na média do território Portugal continental), sendo de destacar os dias 6, 7 e 8 (Figura ***23***) em que foram registados valores ≥ 43 °C em algumas regiões e a média do país ter ultrapassado os 38 °C nos dias 7 e 8 (dias mais quentes do ano).

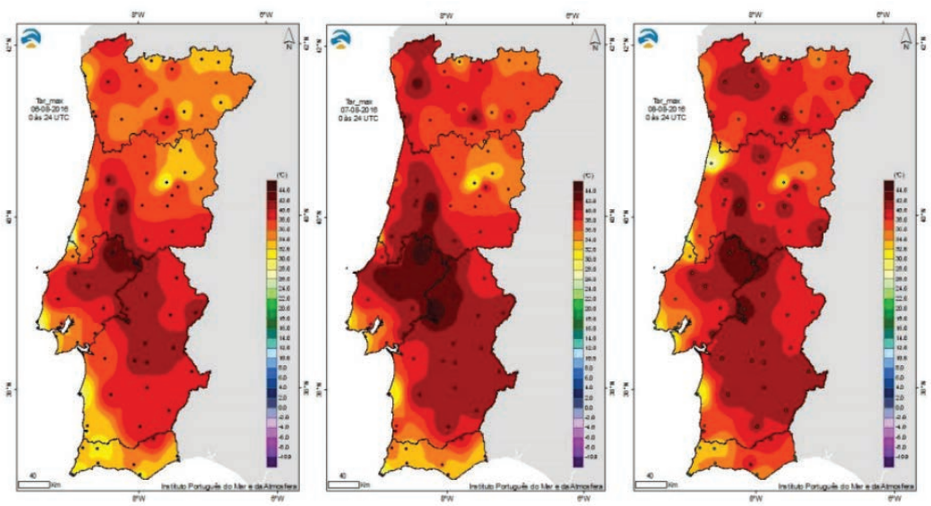


Figura 23. Valores diários de temperatura máxima do ar, nos dias 6, 7 e 8 de agosto de 2016. Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera; 2016.

A ocorrência de noites tropicais nos dias 7 e 8 de agosto em cerca de metade do território, que associadas a dias muito quentes ou extremamente quentes (temperatura máxima ≥35 ou 40 °C) contribuiu para uma sensação de desconforto térmico acentuada e prolongada.

Entre os dias 5 e 13 de agosto ocorreu uma onda de calor (duração entre 8 e 9 dias). O segundo período ocorreu nos dias 21 a 27, com valores de temperatura superiores ao normal, cerca de 3°C a 7°C no caso da temperatura máxima, e cerca de 1,5°C a 3°C no caso da mínima (dias 22 a 27). De destacar o valor médio de temperatura máxima no dia 22 que foi cerca de 36,0°C.

Tabela 12. Impactos e consequências "temperaturas elevadas/ondas de calor" – dados obtidos no PIC-L

Temperaturas Elevadas/Ondas de Calor	
Tipo	Temperaturas elevadas/ondas de calor.
Detalhes	Temperaturas muito superiores ao normal. Ar muito quente e seco com valores muito elevados da temperatura.
Impactos	Alterações na biodiversidade; Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Danos em edifícios; Danos para a saúde; Danos para a vegetação Danos para as infraestruturas; Doenças relacionadas com calor excessivo; Incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos); Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios.
Consequências	Área afetada foi de 3.255 hectares, atingindo uma primeira habitação, várias segundas habitações e algumas indústrias; Área afetada foi de 1.032 hectares, ameaçando primeiras habitações e colocando populações em perigo; Área afetada foi de 146 hectares, ameaçando primeiras habitações e colocando populações em perigo; Área afetada foi de 1.500 hectares, ameaçando primeiras habitações e colocando populações em perigo. Área afetada foi de 24.567 hectares, atingindo primeiras e segundas habitações e atingindo alguns anexos, estábulos de animais e palheiros e ainda 1 empresa de transportes;

Temperaturas Elevadas/Ondas de Calor	
Consequências	Área afetada foi de 353 hectares, ameaçando primeiras habitações e colocando populações em perigo; *A área afetada foi de 8.266 hectares, ameaçando primeiras habitações e atingindo alguns anexos, estábulos de animais e palheiros;* *Afetação da biodiversidade na zona do Rio Paiva;* *Afetação de plataforma turística, com grande afluência de visitantes;* *Agravamento de doença crónica;* *Aumento do número de atendimentos* *Contribuição para a emissão de grandes quantidades de poluentes, com repercussões na qualidade do ar e com consequências na saúde das populações afetadas;* *Destruição parcial das espécies existentes no local;* *Danos em primeiras e segundas habitações;* *Danos nos Passadiços do Paiva;* *Incêndio no parque de Campismo do Merujal;* *Visitantes assistidos durante visita aos passadiços do Paiva.*
Setores afetados	Agricultura e Floresta; Biodiversidade; Energia e Indústria; Recursos Hídricos; Ordenamento do Território e Cidades; Saúde Humana Segurança de Pessoas e Bens; Turismo.
Entidades envolvidas na resposta	*Agrupamento de Centros de Saúde (ACES) de Entre Douro e Vouga I – Feira/Arouca;* Corpos de Bombeiros*;* *Guarda Nacional Republicana (GNR);* *INEM;* *Forças Armadas;* *Outros Agentes de Proteção Civil;* *Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC).*
Limiar crítico	Temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio das temperaturas máximas do período de referência.

Como ilustrado na Figura 24, as temperaturas elevadas/ondas de calor, que têm como impactos alterações na biodiversidade, alterações no uso de equipamentos/serviços, alterações nos estilos de vida, danos em edifícios, danos para a saúde, danos para a vegetação, danos para as infraestruturas, doenças relacionadas com calor excessivo, incêndios, redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios, podem gerar diferentes consequências.

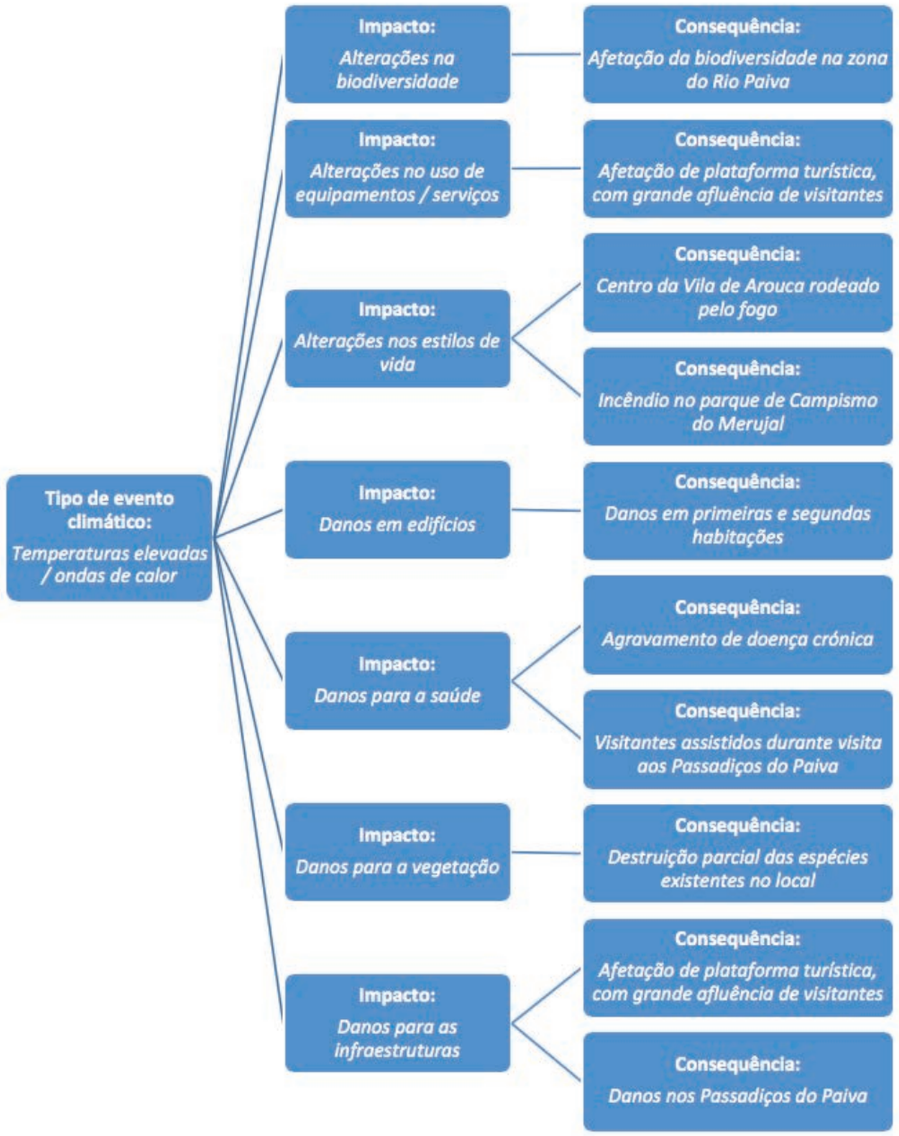


Figura 24. Impactos e consequências "temperaturas elevadas/ondas de calor" – dados obtidos no PIC

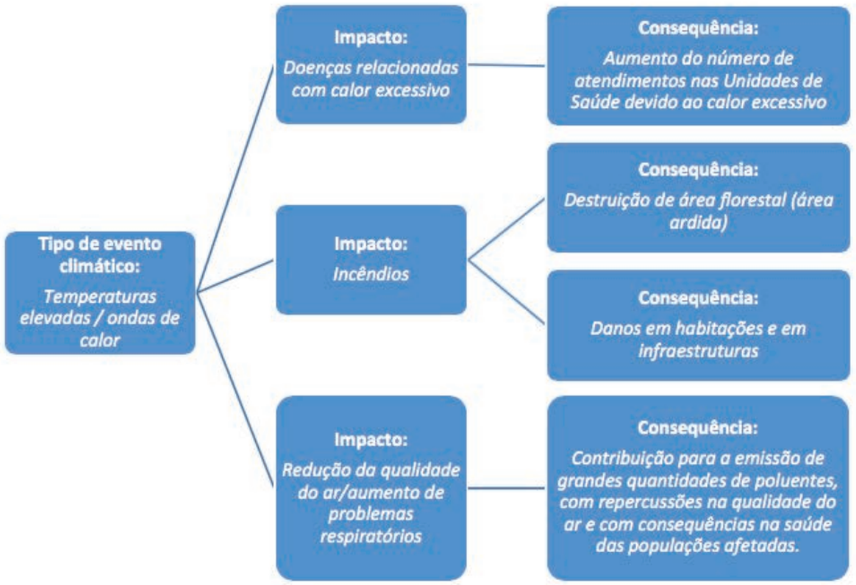


Figura 25. Impactos e consequências "temperaturas elevadas/ondas de calor" – dados obtidos no PIC-L (continuação)

O risco de ondas de calor será majorado com as alterações climáticas, tanto ao nível da frequência como da intensidade das ocorrências (SIAM). A contribuir para esta tendência somam-se as conclusões de que a temperatura média e a temperatura máxima no verão irão aumentar, bem como o número de dias quentes (máxima superior a 35°C) e de noites tropicais (mínimas superiores a 20°C) tenderão a ser superiores (ANPC, 2014).

4.2. Capacidade de Resposta Atual

Ao longo do período em análise, e no âmbito de cada um dos eventos climáticos analisados, foi possível constatar que o Município de Arouca tem procurado responder de forma célere e eficaz a cada ocorrência.

Na maioria dos casos, a resposta dada resultou de uma ação conjunta e integrada de várias entidades, das quais se destacam o Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC), outros Serviços da Câmara Municipal de Arouca, os Bombeiros Voluntários, a GNR, a empresa Infraestruturas de Portugal, a EDP Distribuição, entre outros agentes da proteção civil e entidades com dever de cooperação.

De uma maneira geral e, da análise efetuada, considera-se que a resposta ou capacidade para a mesma, tem sido eficaz quanto ao imediato. A longo prazo, tem-se conhecido um crescente aprimoramento, que é visível e constitui quase sempre resultados benéficos. Contudo, para além da resposta dada a cada evento climático, a prevenção assume também um papel fundamental e o Município de Arouca dispõe já de alguns instrumentos que permitem minimizar consequências e potenciar uma resposta planeada, mais célere e consistente, das quais se destacam o Plano Diretor Municipal, o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios e o Plano Municipal de Emergência da Proteção Civil.

4.3. Impactos e Vulnerabilidades Projetadas

As consequências dos eventos climáticos extremos locais são os melhores exemplos do que pode ocorrer como resultado das alterações climáticas.

As projeções do clima futuro permitem antecipar um agravamento de ameaças, como a intensificação e aumento da frequência de secas e de ondas de calor, o aumento do número de dias com temperaturas muito altas e de noites tropicais, a diminuição acentuada do número de dias de geada e o aumento dos fenómenos extremos, em particular de precipitação intensa ou muito intensa (tempestades de inverno mais intensas, acompanhadas de chuva e vento forte). Estas alterações decorrem de quatro grandes tendências projetadas para o território de Arouca até ao final do século XXI, designadamente:

- Diminuição da precipitação média anual;
- Aumento da temperatura média anual, em especial das máximas;
- Diminuição do número de dias de geada;
- Aumento dos fenómenos extremos de precipitação.

No que respeita à variável precipitação, ainda que a tendência geral seja de diminuição (mais acentuada no verão), conjetura-se uma tendência de ligeiro aumento da precipitação sazonal nos meses de inverno.

Quanto à temperatura, é projetado um aumento acentuado das temperaturas máximas no outono e no verão, um aumento da frequência de dias com temperaturas muito altas (35ºC) e de noites tropicais (temperaturas mínimas ≥ 20ºC) e, ainda, o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor.

Até ao final do século deverá ainda observar-se uma diminuição acentuada do número de dias de geada e o aumento da temperatura mínima, sendo mais expressivo no verão.

Relativamente aos fenómenos extremos, as projeções apontam um aumento, em particular de precipitação intensa ou muito intensa, com tempestades de inverno mais intensas, acompanhadas de chuva e vento forte.

Para a velocidade do vento, conjeturam-se oscilações ao longo do ano, podendo a mesma manter-se ou diminuir no inverno e no verão e diminuir ligeiramente na primavera e no outono. No geral, as ocorrências relacionadas com episódios de vendo moderado a forte ou superior (> 5,5 m/s) poderão ser menos frequentes.

4.3.1. Impactos Negativos

Como consequências dessas modificações no clima, os principais impactos negativos diretos expectáveis são relacionados com:

- Aumento da probabilidade de incêndios florestais (particularmente do tipo convectivo);
- Alterações no uso de equipamentos e no uso e fornecimento de serviços;
- Aumento dos consumos energéticos e hídricos;
- Alterações nos estilos de vida da população;
- Danos para a saúde (i.e. aumento da afluência da população aos hospitais e centros de saúde, aumento da mortalidade nos grupos mais vulneráveis / de risco, proliferação de novas doenças multirresistentes);
- Degradação da qualidade do ar;
- Aumento do efeito de ilha de calor e do desconforto térmico em contexto urbano;
- Alterações na biodiversidade;
- Diminuição das reservas / escassez de água;
- Danos para as infraestruturas (transporte, telecomunicações, drenagem, etc.);
- Deslizamento de vertentes (como consequência de precipitação intensa e/ou outros fenómenos extremos);
- Cheias e inundações;
- Severidade meteorológica;
- Danos para as cadeias de produção (e.g. florestal, agrícola).

Os impactos negativos indiretos identificados como mais relevantes consistem nas quebras nas cadeias de produção agrícola e florestal, no aumento da pressão sobre as áreas balneares, no aumento do consumo energético e hídrico, no incremento dos custos de produção de bens e serviços e no aumento dos custos com seguros.

4.3.2. Impactos Positivos e Oportunidades

Apesar destes impactos negativos, é possível identificar algumas oportunidades decorrentes das alterações climáticas, que devem ser consideradas, tendo em vista o desenvolvimento futuro do município. Estas oportunidades assumem-se como fatores que tornam mais fácil o planeamento e/ou a implementação das ações de adaptação, que providenciem co-benefícios para o território. Podendo ser de cariz ambiental, social ou económico, as oportunidades decorrentes das alterações climáticas confluem, fundamentalmente, para a criação e promoção da capacidade adaptativa no território. Com efeito, o atual contexto representa um momento (oportunidade) de repensar o planeamento do território, em particular das cidades, privilegiando a adoção de medidas promotoras de adaptação, nomeadamente mediante a consideração e inclusão destas questões nos instrumentos de gestão territorial.

Neste âmbito, para o município de Arouca identificam-se as seguintes oportunidades concretas:

- Redesenhar as áreas urbanas, privilegiando o aumento da permeabilização do solo, a implementação de corredores de ventilação natural e o aumento do potencial ecológico (e.g. criação de grandes espaços verdes, requalificação de linhas de água, aproveitamento da direção dominante do vento e das brisas provenientes do oceano);
- Introdução no concelho da arquitetura bioclimática para a requalificação de infraestruturas e para novas construções, apostando no aumento da robustez e no recurso a novas soluções de conforto térmico e a materiais alternativos;
- Apostar no mapeamento termográfico e altimétrico do território concelhio;
- Aposta na identificação e definição de indicadores de monitorização dos diferentes sistemas implicados e na informação e sensibilização da população, incrementando a capacidade de prevenção, autoproteção e reação adaptativa, especialmente dos grupos mais vulneráveis;
- Aparecimento de novos programas municipais/privados de aproveitamento das fontes de energia renovável (e.g. energia solar, eólica, biomassa, geotérmica);
- Conceção de um plano/modelo de mobilidade mais sustentável (e.g. incentivos fiscais);
- Aposta na capacitação dos agentes de proteção civil e entidades de apoio do concelho e investimento no provimento de material e equipamentos;
- Criação e promoção de novas atividades económicas e/ou lúdicas, aproveitando as alterações projetadas para impulsionar a economia local e gerar de emprego;
- Aposta na consolidação e atualização das redes de cuidados sociais e de saúde;
- Promoção da investigação de culturas / espécies mais resistentes às alterações climáticas projetadas para o concelho e, em particular, aos fenómenos climáticos adversos.

Os riscos climáticos prioritários que o municipio de Arouca enfrenta atualmente consistem em temperaturas elevadas / ondas de calor e nos ventos fortes. A precipitação excessiva (cheias e inundações) e as tempestades / tornados correspondem também a riscos significativos com os quais o território se depara no presente.

Devido às alterações climáticas, a maior parte destes riscos tende a aumentar, com a exceção dos ventos fortes. Conjetura-se que no futuro os riscos mais significativos sejam os relacionados com as temperaturas elevadas / ondas de calor, dada a previsão de aumento da temperatura média anual, em especial das máximas, até ao final do século XXI. Também significativo é o risco associado aos ventos fortes, particularmente no que se refere à respetiva influência na propagação de incêndios florestais, cuja probabilidade de ocorrência é também instigada pelas temperaturas elevadas. Merecem ainda destaque os riscos associados a eventos de precipitação excessiva (cheias e inundações), granizo, tempestades / tornados e trovoadas / raios, considerando que é projetado um aumento dos fenómenos extremos no período futuro.

As comunidades/grupos sociais especialmente vulneráveis às mudanças climáticas futuras são a população economicamente mais desfavorecida e os grupos mais vulneráveis, tais como a população mais idosa, as crianças, as populações mais isoladas, os doentes crónicos e os indivíduos com mobilidade condicionada ou fisicamente dependentes. Não obstante, correspondendo as alterações climáticas a um desafio transversal a todo o território, ainda que com algumas especificidades localizadas, toda a população é considerada como vulnerável às mudanças climáticas futuras.

4.4. Avaliação do Risco Climático

De forma a avaliar de forma mais sistemática a potencial evolução dos riscos climáticos para o município de Arouca, assim como apoiar na priorização dos diferentes riscos climáticos, foi elaborada uma análise baseada em matrizes de risco. Os níveis de risco climático de cada tipo de evento, associados às consequências dos impactes climáticos, encontram-se identificados na tabela que se segue.

Tabela 13. Avaliação dos riscos climáticos para Arouca

Ref.	Evento	Exemplos de impactos	Nível do Risco		
			Presente	Médio Prazo 2141-2070	Longo Prazo 2071-2100
A1	Ventos fortes	Danos para as infraestruturas (viárias, telecomunicações, etc.) e alterações no uso de equipamentos/serviços	2	1	1
A2	Ventos fortes	Incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos), Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios, Danos para a vegetação e Danos para a saúde (doença, ferimentos, morte, etc.)	6	6	6
B	Precipitação excessiva (cheias e inundações)	Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Cheias; Danos para a saúde; Danos para as infraestruturas; Deslizamento de vertentes (como consequência de chuvas ou outro evento climático); Inundações; Severidade meteorológica.	2	4	4
C	Nevões	Alterações nos estilos de vida e alterações no uso de equipamentos/serviços	1	1	1

Ref.	Evento	Exemplos de impactos	Nível do Risco		
			Presente	Médio Prazo 2141-2070	Longo Prazo 2071-2100
D	Temperaturas elevadas / ondas de calor	Alterações na biodiversidade; Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Danos em edifícios; Danos para a saúde; Danos para a vegetação; Danos para as infraestruturas; Doenças relacionadas com calor excessivo; Incêndios (como consequência de temperaturas elevadas ou outros eventos climáticos); Redução da qualidade do ar/aumento de problemas respiratórios.	6	9	9
E	Granizo	Alterações no uso de equipamentos/serviços.	1	4	4
F	Temperaturas baixas / ondas de frio	Alterações nos estilos de vida; Danos para a saúde (doença, ferimentos, morte, etc.); Severidade meteorológica.	1	1	1
G	Tempestades / tornados	Alterações no uso de equipamentos/serviços; Alterações nos estilos de vida; Danos em edifícios; Falhas no fornecimento de energia; Severidade meteorológica.	2	4	4
H	Trovoadas / raios	Alterações no uso de equipamentos/serviços; Falhas no fornecimento de energia.	1	4	4

A determinação do nível de risco, identificado na tabela anterior, para cada um dos eventos climáticos teve por base uma aprofundada pesquisa e análise, de modo a obter-se uma classificação em termos de magnitude das consequências dos respetivos impactos.

No que subjaz ao vento forte considerou-se uma manutenção da magnitude da consequência ao longo do século (magnitude 1), uma vez que os episódios deste tipo, ainda que menos frequentes, continuarão a ter impactos associados, nomeadamente os associados a danos em edifícios e infraestruturas. Para além disso, prevendo-se um aumento da intensidade de tempestades, a ocorrência de ventos fortes associados às mesmas não poderá deixar de ser considerado. Por outro lado, há um conjunto de "novos" impactos potenciais decorrentes das alterações dos padrões do vento às quais deverá ser dada atenção no futuro. Pelas razões expostas, optou-se pela manutenção da magnitude ao longo do século, ao invés da diminuição.

Relativamente à precipitação excessiva (cheias e inundações), as projeções apontam para que a precipitação se torne menos frequente até ao final do século XXI, mas de maior intensidade (i.e. tempestades de inverno mais intensas, acompanhadas de forte precipitação). Com efeito, considerou-se um aumento da frequência destes eventos, mas uma manutenção da magnitude das consequências (magnitude 2), entendendo-se que os impactos ainda que gravosos, serão semelhantes aos verificados atualmente.

Prevendo-se um aumento da intensidade das tempestades de inverno, acompanhadas de chuva e vento forte, antevê-se que nos dois horizontes temporais futuro (2041-2070 e 2071-2100), as ocorrências de granizo, tempestades / tornados e trovoadas / raios tenham repercussões significativas em termos de impactos, pelo que se considerou uma magnitude média (magnitude 2).

Quanto aos nevões, ainda que o evento tenha sido identificado, os seus impactos no território concelhio são atualmente diminutos. De facto, pela sua diminuta frequência, este evento não apresenta relevância que consiga provocar quer impactos significativos. Para além disso, é projetada uma diminuição dos dias de geada (e da queda de neve) ao longo do século, consequência do aumento das temperaturas mínimas no Inverno. Pelo exposto, foi atribuída uma magnitude mínima (magnitude 1).

Quanto às temperaturas elevadas / ondas de calor, os cenários traçados revelam um aumento da frequência de tais eventos, com consequências bastante gravosas para o território e para a população. Aliado a um aumento generalizado da temperatura, prevê-se também um aumento da frequência e da intensidade das ondas de calor. Pelas razões expostas, considerou-se uma magnitude máxima nos horizontes temporais em análise (magnitude 3).

As temperaturas baixas / ondas de frio tenderão a diminuir até ao final do século XVI, dado o previsível aumento acentuado da temperatura mínima. Antevendo-se que os impactes futuros deste evento serão praticamente inexistentes, considerou-se uma magnitude mínima (magnitude 1) para ambos os horizontes temporais projetados (2041-2070 e 2071-2100).

Tendo por base a análise anteriormente realizada, importa identificar os riscos climáticos que poderão aumentar (ou diminuir) devido às alterações climáticas. Neste contexto, importa observar que há riscos que apresentam uma probabilidade de aumento mais acentuado e preocupante, tendo em conta aquilo que são os cenários traçados para o território concelhio. Nestas circunstâncias referem-se as ondas de calor / temperaturas elevadas e os eventos extremos (precipitação intensa / tempestades), riscos que se anteveem de grande impacto sobre o território e a população.

Apesar do município já se deparar com a ocorrência de ondas de calor / temperaturas elevadas no presente, e de ter de lidar com os respetivos impactos, antevê-se que este risco climático seja considerado prioritário no futuro, atendendo aos cenários climáticos traçados. De facto, o significativo aumento da temperatura poderá implicar grandes impactos e adversidades para o território e para a população, especialmente para os grupos mais vulneráveis (crianças, idosos e doentes crónicos).

Por outro lado, os riscos que tenderão a diminuir relacionam-se com os eventos de temperaturas baixas / ondas de frio, nevões (gelo, geada, neve) e ventos fortes.

Note-se que é provável que os riscos climáticos representem apenas alguns desafios de um conjunto mais alargada que o município tem de enfrentar. Existirão riscos com características não climáticas que poderão relacionar-se com os climáticos, contribuindo, eventualmente, para a maximização dos respetivos impactos. Importa, por isso, em contexto de alterações climáticas, intervir também na mitigação dos riscos não climáticos, particularmente dos que possam apresentar-se como fatores potenciadores dos riscos climáticos, procurando contribuir para uma abordagem integrada à gestão de risco. Neste âmbito, importa destacar como fator de risco os potenciais problemas ao nível do ordenamento do território (urbanismo), os quais poderão contribuir para uma maior vulnerabilidade do território aos riscos climáticos, na medida em que representam um desajustamento aos efeitos do clima expectável.

4.4.1. Priorização dos riscos climáticos

A análise efetuada permite concluir que os riscos que apresentam uma probabilidade de aumento mais acentuado e preocupante, logo os mais prioritários, são os relacionados com as temperaturas elevadas / ondas de calor.

Existem ainda outros que poderão aumentar ao longo do século, ainda que com menor magnitude, nomeadamente os associados à precipitação excessiva (cheias e inundações), granizo, tempestades / tornados e trovoadas / raios.

A matriz de risco, apresentada na figura seguinte, relaciona a frequência da ocorrência com a consequência do impacto, para cada um dos eventos climáticos analisados para o território. Esta matriz é estabelecida quer para o presente, quer para os dois horizontes temporais futuros (2041/2070 e 2071/2100).

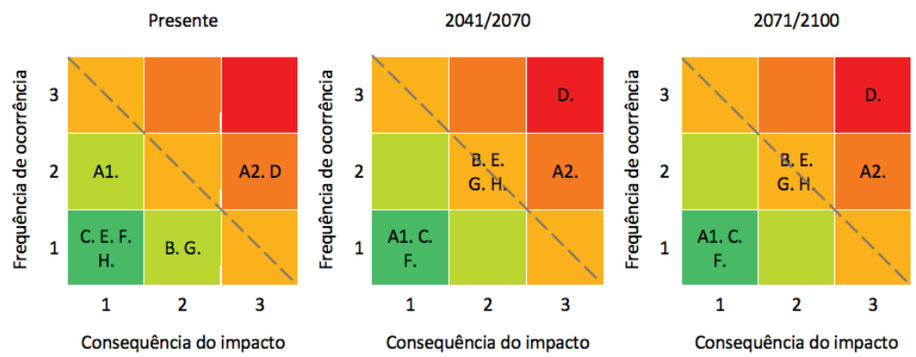


Figura 26. Matriz de risco

A posição definida para a linha que representa a atitude do Município perante o risco teve como pressuposto a assunção da necessidade de atuação perante o risco de maior magnitude no futuro, nomeadamente as temperaturas elevadas / ondas de calor, mas também perante aqueles eventos que apresentam atualmente algum grau de risco, mas sobre os quais há necessidade de ampliar conhecimentos, tais como a precipitação excessiva (cheias e inundações) e os eventos extremos (ventos fortes, granizo, tempestades, tornados, trovoadas, raios). Deste modo, consideraram-se como riscos prioritários todos aqueles cujo valor na matriz é igual ou superior a 3, no presente ou em qualquer um dos intervalos temporais futuros.

A partir desta análise é possível aferir a existência de riscos de alta prioridade para o município e riscos que podem aumentar devido às alterações climáticas, especialmente se existir a possibilidade de serem ultrapassados limiares críticos. Perante este conhecimento há um compromisso do Município em assumir um papel ativo na resposta aos riscos identificados, mediante a identificação e implementação de opções e medidas de adaptação ajustadas à realidade e vulnerabilidades do território.

Partindo deste conhecimento, o Município de Arouca pretende ter um papel ativo nestas questões, de forma a colmatar danos e adotar medidas que reflitam o abrandamento dos impactes e a melhoria continua. Salvaguarda-se, porém, que os pressupostos que sustentaram a análise efetuada, enquanto resultado de um exercício de projeção e cenarização futura, estão envoltos em alguma incerteza, sobretudo relacionada com a magnitude e abrangência de alguns impactes.

5. IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE RESPOSTAS DE ADAPTAÇÃO

5.1. Identificação de Opções de Adaptação

As opções de adaptação correspondem às alternativas (decisões) que permitem operacionalizar uma estratégia de adaptação. São a base para definir as medidas a implementar e responder às necessidades de adaptação identificadas. Representam ações ou conjuntos de ações disponíveis e apropriadas, que permitem enquadrar possíveis medidas de adaptação e a sua implementação ao longo do tempo (Capela Lourenço *et al*., 2016).

Tendo em consideração aquelas que são as orientações nacionais e internacionais, as opções de adaptação às alterações climáticas identificadas para o Município de Arouca foram caracterizadas de acordo com o tipo de ações que promovem. Para tal, consideraram-se três categorias de opções e medidas de adaptação planeada, apresentadas pela Comissão Europeia no "Livro Branco" (CE, 2009) e na "Estratégia Europeia para a Adaptação às Alterações Climáticas" (CE, 2013) e adotadas, a nível nacional, no âmbito do projeto ClimAdaPT.Local (Capela Lourenço *et al*., 2017). Como categorias de opções e medidas de adaptação segundo o tipo de ação referem-se, então:

- **Infraestruturas "cinzentas":** intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar as infraestruturas melhor preparadas aos eventos climáticos extremos, com foco no impacto direto das alterações climáticas sobre as infraestruturas (e.g. temperatura, inundações, subida do nível médio do mar) e com o objetivo de reduzir a ameaça (e.g. diques, barragens) ou prevenir os seus efeitos (e.g. ao nível da ou do ar condicionado);
- **Infraestruturas "verdes":** contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como a reversão da perda de biodiversidade, degradação de ecossistemas e restabelecimento dos ciclos da água. São utilizadas as funções e os serviços dos ecossistemas para obter soluções de adaptação mais fáceis de implementar e de melhor custo-eficácia que as infraestruturas "cinzentas" (e.g. utilização do efeito de arrefecimento gerado por árvores e outras plantas; preservação da biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos, pragas e espécies invasoras; gestão integrada de áreas húmidas; melhoramento da capacidade de infiltração e retenção da água);
- **Opções de adaptação "não estruturais" (ou *soft*):** desenho e implementação de políticas, estratégias e processos (e.g. integração de adaptação no planeamento territorial e urbano; disseminação de informação; incentivos económicos à redução de vulnerabilidades; sensibilização para a adaptação).

As opções de adaptação podem ainda ser categorizadas segundo o seu âmbito e objetivos gerais, nomeadamente em função de duas tipologias: as que permitem **melhorar a capacidade adaptativa** e as permitem **diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar as oportunidades geradas**.

- A **melhoria da capacidade adaptativa** do município compreende o desenvolvimento da capacidade institucional, de forma a permitir uma resposta integrada e eficaz ao desafio das alterações climáticas, isto poderá implicar a título exemplificativo, a compilação da informação necessária e a criação de condições fundamentais para levar a cabo ações de adaptação, nomeadamente ao nível regulamentar, institucional e de gestão.
- A **diminuição da vulnerabilidade e/ou aproveitamento de oportunidades** implica o desenvolvimento de ações concretas passíveis de reduzir a sensibilidade e/ou exposição do território ao clima (atual ou projetado) e permitem aproveitar eventuais oportunidades emergentes. Este tipo de opções podem ir desde soluções simples de baixo custo ("*low-tech*") até infraestruturas de grande dimensão, sendo por isso primordial ter em conta o motivo, a prioridade e a viabilidade das ações a implementar. Constituem exemplos de ações que diminuem a vulnerabilidade e/ou aproveitem oportunidades: i) Aceitar os impactos e incorporar as perdas resultantes dos riscos climáticos, aceitando nomeadamente que certos sistemas, comportamentos e atividades deixarão de ser sustentáveis num clima diferente (e.g. evacuação planeada de zonas costeiras ameaçadas devido à subida do nível médio do mar); ii) Compensar os danos através da partilha (ou distribuição) dos riscos e perdas, por exemplo por via de seguros).

- Neste âmbito importa fazer nota que em termos práticos, a distinção entre ambas as tipologias nem sempre será simples e clara, atendendo que muitas das ações identificadas permitem diminuir a vulnerabilidade, reforçando, simultaneamente, a capacidade adaptativa. Com efeito, haverá opções (e medidas) de adaptação que poderão enquadrar-se em ambas as tipologias. A divisão nestas duas grandes tipologias servirá, no entanto, como orientação e suporte ao processo de identificação das opções e medidas de adaptação.

5.1. Identificação de Opções de Adaptação

Para selecionar as opções de adaptação mais adequadas para o Município de Arouca procedeu-se à identificação e caracterização de medidas, iniciativas ou projetos que poderiam responder às principais necessidades, objetivos, vulnerabilidades e riscos climáticos (atuais e futuros) a que o Município está ou possa vir a estar exposto. Assim, numa primeira fase, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica, que incluiu casos de estudo de iniciativas e medidas implementadas noutros locais e países, exemplos de boas práticas que poderão ser aplicadas, assim como a análise de outras estratégias relativas à temática das alterações climáticas utilizadas por outros municípios, nacionais.

Na tabela seguinte estão identificadas as potenciais opções de adaptação que permitem ao Município de Arouca responder aos impactos identificados anteriormente ou aproveitar as oportunidades por eles geradas.

Tabela 14. Identificação das opções de adaptação

ID (nº)	Opção de adaptação	Característica da opção (a)	Característica da opção (b)	Objetivos	7. Setor(es)	8. Resposta (a eventos / impactos)
1	Elaborar uma EMAAC que preveja monitorização e revisão de objetivos e riscos	Opções 'não estruturais' (soft)	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Responder à necessidade de ter uma estratégia de longo prazo que enquadre a temática da adaptação às alterações climáticas no município; desenvolver e detalhar uma abordagem municipal partilhada por todos	Todos os enquadrados pela ação da CM	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município
2	Implementação de um programa de ações de sensibilização para as alterações/ adaptações climáticas	Opções 'não estruturais' (soft)	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Informar a população sobre as alterações/adaptações climáticas, de modo a tornar menos resistente a adoção de medidas de prevenção ou mitigação.	Agricultura, Florestas e Pescas; Biodiversidade; Energia e indústria; Recursos hídricos; Saúde Humana; Segurança de Pessoas e Bens; Turismo.	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município
3	Elaborar e implementar soluções de conforto térmico do parque edificado	Infraestruturas 'cinzentas'	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Evitar alterações no uso de equipamentos/serviços decorrentes de extremos climáticos. Implementação de tecnologias ambientais inovadoras.	Energia e Indústria; Ordenamento do Território; Saúde Humana.	Ondas de calor/vagas de frio
4	Modificar o planeamento de contingência e a gestão de riscos de forma a incluir riscos climáticos	Opções 'não estruturais' (soft)	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Responder à necessidade de modificar o planeamento de contingência e a gestão de riscos de forma a incluir riscos climáticos	Todos os enquadrados pela ação da CM	Vários
5	Aumentar a resiliência do território aos incêndios rurais	Infraestruturas 'cinzentas'	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Tornar o território menos vulnerável aos incêndios rurais	Segurança de Pessoas e Bens, Agricultura e Florestas, Ordenamento do Território, Saúde Humana e Turismo	Ondas de calor /Temperaturas elevadas
6	Preservar a biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras	Infraestruturas 'verdes'	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Aumentar a resiliência	Agricultura, Florestas e Pescas; Biodiversidade	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município
7	Restringir o tipo e a dimensão da edificação em zonas de alto risco	Infraestruturas 'cinzentas'	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Diminuição do risco	Ordenamento do território/Urbanismo	Vários

ID (nº)	Opção de adaptação	Característica da opção (a)	Característica da opção (b)	Objetivos	7. Setor(es)	8. Resposta (a eventos / impactos)
8	Requalifiquar e valorizar as linhas de água e dos corredores ecológicos associados.	Infraestruturas 'verdes'	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Requalificação e valorização das linhas de água como elemento vivo e que promova a sua vivência como elemento cénico, lúdico e estrututante.	Recursos hídricos; Biodiversidade; Turismo e Agricultura	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município
9	Criar sistemas de alerta para eventos extremos	Opções 'não estruturais' (soft)	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Prevenir e diminuir os impactos associados a eventos extremos	Segurança de Pessoas e Bens, saúde humana	Permite prevenir e reduzir os danos para a saúde da população
10	Reduzir a vulnerabilidade ao deslizamento de vertentes à erosão do solo e risco de cheias	Infraestruturas 'verdes'	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Reduzir a perda de solo, deslizamento de vertentes e cheias.	Segurança de Pessoas e Bens; Agricultura, Florestas e Pescas; Biodiversidade; Ordenamento do território/Urbanismo; Turismo	Precipitação excessiva
11	Criar espaços verdes em zonas urbanas	Infraestruturas 'verdes'	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Diminuir os efeitos associados às ondas de calor/ temperaturas elevadas	Biodiversidade; Ordenamento do território/Urbanismo	Ondas de calor / Temperaturas elevadas
12	Incentivar e valorizar a produção agrícola local e o desenvolvimento rural	Infraestruturas 'verdes'	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Promover a sustentabilidade e a biodiversidade do espaço rural. Favorecer os circuitos de cadeia curta como forma de diminuir a pegada ecológica.	Agricultura, Florestas e Pescas; Biodiversidade	Vários
13	Substituir a frota de veículos municipais por veículos elétricos (Zero Emissões)	Opções 'não estruturais' (soft)	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Reduzir a emissão de gases poluentes.	Energia e indústria	Vários
14	Rever o plano municipal de emergência	Opções 'não estruturais' (soft)	*Melhorar a capacidade adaptativa*	Rever o plano Municipal de emergência, tendo em conta os efeitos expectáveis dos impactos identificados.	Todos os enquadrados pela ação da CM	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município
15	Promover o ordenamento florestal	Infraestruturas 'verdes'	*Diminuir a vulnerabilidade e/ou aproveitar oportunidades*	Tornar o território menos vulnerável aos incêndios rurais, aumentar a biodiversidade	Agricultura, Florestas e Pescas; Biodiversidade	Permite enquadrar a resposta futura a todos os tipos de eventos, impactos e vulnerabilidades identificadas para o município

a) segundo o tipo de ação

b) segundo o seu âmbito e objetivos gerais

5.2. Avaliação de Opções de Adaptação

Considerando o conjunto das opções de adaptação identificadas, procedeu-se à avaliação das mesmas, com o intuito de perceber quais as opções potencialmente mais adequadas para a adaptação às alterações climáticas. No caso do Município de Arouca a metodologia utilizada para a avaliação baseou-se numa análise multicritério (AMC).

5.2.1. Avaliação Multicritério e Priorização das Opções

As opções de adaptação identificadas foram avaliadas numa escala de 1 (baixa) a 5 (alta) relativamente aos seguintes critérios: eficácia; eficiência; equidade; flexibilidade; legitimidade; urgência; e sinergias.

Tabela 15. Critérios de avaliação das opções de adaptação (AMC)

Critério	Descrição
Eficácia	As ações irão de encontro dos objetivos, ou seja, produzirão os efeitos desejados?
Eficiência	Os benefícios da opção excedem os custos? Os objetivos serão atingidos com o mínimo de erros, tempo e esfoço possível?
Equidade	A ação afeta beneficamente outras áreas ou grupos vulneráveis?
Flexibilidade	Opção é flexível e permitirá ajustamentos ou incrementos na implementação?
Legitimidade	A ação é aceitável política e socialmente?
Urgência	Qual o grau de urgência e com que brevidade a opção poderá ser implementada?
Sinergias	A ação ajuda alcançar outros objetivos?

Fonte: Adaptado de CAPELA LOURENÇO, T., DIAS, L. et al.; 2016.

A média de todas as classificações atribuídas pelos diferentes intervenientes foi posteriormente calculada, sendo apresentada na tabela seguinte a ordenação final das opções de adaptação.

Tabela 16. Ordenação das opções de adaptação

N.º de ordem	Opção de adaptação	Critério (Prioridade)							
		Eficácia	Eficiência	Equidade	Flexibilidade	Legitimidade	Urgência	Sinergias	Média final
1	Aumentar a resiliência do território aos incêndios rurais	4,50	4,50	4,00	4,50	4,50	4,50	4,00	4,36
2	Promover o ordenamento florestal	4,50	4,50	4,50	4,00	3,50	4,50	4,50	4,29
3	Requalifiquar e valorizar das linhas de água e dos corredores ecológicos associados.	4,00	4,50	4,50	3,50	4,50	4,50	3,50	4,14
4	Preservar a biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo,tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras	4,00	4,00	4,50	3,50	4,50	4,50	3,50	4,07
5	Reduzir a vulnerabilidade ao deslizamento de vertentes à erosão do solo e risco de cheias	4,50	4,00	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	3,93
6	Restringir o tipo e a dimensão da edificação em zonas de alto risco	4,50	4,50	3,50	3,00	4,00	4,30	3,50	3,90
7	Incentivar e valorizar a produção agrícola local e o desenvolvimento rural	4,00	4,00	3,50	3,00	4,50	4,10	4,00	3,87
8	Rever o plano municipal de emergência	4,00	4,00	4,00	3,90	4,00	3,10	4,00	3,86
9	Elaborar uma EMAAC que preveja monitorização e revisão de objetivos e riscos	4,00	4,00	4,00	4,00	4,40	3,00	3,50	3,84
10	Modificar o planeamento de contingência e a gestão de riscos de forma a incluir riscos climáticos	4,50	3,60	3,60	4,00	4,00	3,50	3,50	3,81
11	Criar sistemas de alerta para eventos extremos	4,00	4,00	4,50	3,90	4,20	3,50	2,50	3,80
12	Criar espaços verdes em zonas urbanas	4,00	3,60	3,50	3,50	4,50	3,50	3,50	3,73

N.º de ordem	Opção de adaptação	Critério (Prioridade)							
		Eficácia	Eficiência	Equidade	Flexibilidade	Legitimidade	Urgência	Sinergias	Média final
13	Implementação de um programa de ações de sensibilização para as alterações/adaptações climáticas	3,50	3,40	4,50	4,50	4,10	3,50	2,50	3,71
14	Elaborar e implementar soluções de conforto térmico do parque edificado	4,00	3,00	2,50	2,50	4,00	3,50	2,00	3,07
15	Substituir a frota de veículos municipais por veículos elétricos (Zero Emissões)	3,50	3,00	2,50	2,50	3,50	3,00	3,00	3,00

5.3. Fatores Condicionantes e Potenciadores

Os fatores potenciadores são condições já existentes e que constituem, ou podem vir a constituir, uma mais-valia para a implementação da opção de adaptação. Como já referido, o conjunto de opções de adaptação que foram identificadas, caracterizadas e avaliadas no âmbito do desenvolvimento desta EMAAC foi apresentado e discutido com um alargado grupo alargado de agentes-chave locais.

Como resultado deste trabalho foram identificados, para cada opção de adaptação, um conjunto potencial de fatores condicionantes e potenciadores que deverão ser levados em linha de conta em termos da sua implementação futura e que permitiram complementar a análise de barreiras à implementação das opções promovida pelo município.

A avaliação das opções de adaptação identificadas foi realizada com o intuito de perceber quais as opções potencialmente mais adequadas para a adaptação às alterações climáticas no Município de Arouca.

Na leitura transversal dos fatores condicionantes da implementação das opções de adaptação, verifica-se que estes são maioritariamente determinados pelos seguintes aspetos:

- Custos financeiros elevados, no que toca às variadas opções de adaptação, e no que toca à implementação e manutenção;
- Conflito de “interesses” dos diferentes grupos;
- Resistência à mudança por parte da população, nas mais variadas matérias;
- Necessidade de transmissão de conhecimento/ comunicação/ articulação intra e intermunicipal.

No que diz respeito aos fatores potenciadores da implementação das opções de adaptação, importa sublinhar os seguintes aspetos:

- Conjunto de oportunidades, a nível comunitário, que constituem fontes de apoio financeiro à implementação das presentes opções (Programas Operacionais do Portugal 2020);
- Importância da divulgação de boas práticas de gestão dos recursos e de adaptação às alterações climáticas (por exemplo, ao nível da mobilidade sustentável, ou da eficiência energética dos edifícios e equipamentos públicos);
- Possibilidade de realização de ações de formação junto dos técnicos das diferentes áreas de atuação e oportunidade para envolver e melhorar a articulação entre entidades e para a promoção da coresponsabilização de atores-chave na implementação das opções de adaptação;
- Articulação privilegiada com as Universidades e outros Centros de Investigação Regionais, contribuindo para o reforço e melhoria da construção de bases de dados que possibilitem uma integração de conhecimento, bem como da sua transmissão (informação e sensibilização), fatores essenciais para o sucesso dos processos de adaptação às alterações climáticas.

De salientar que durante este processo surgiram algumas incertezas e/ou lacunas que podem ser úteis para a redefinição dos objetivos da estratégia de adaptação, nomeadamente ao nível da falta de informação de forma a dar resposta às opções de adaptação selecionadas.

Além disso, torna-se necessário compreender o custo-benefício de determinadas opções de adaptação, principalmente as opções mais expressivas.

Neste âmbito, as já referidas opções de adaptação estão dentro dos limites considerados aceitáveis pelo Município de Arouca relativamente aos riscos associados às alterações climáticas, pelo que é necessário continuar a dar resposta aos principais problemas identificados.

De referir ainda que as opções previstas contemplam o aproveitamento de determinadas oportunidades proporcionadas pelas alterações climáticas.

6. ORIENTAÇÕES PARA A INTEGRAÇÃO DAS OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO NOS IGT

Para responder às principais necessidades, objetivos, vulnerabilidades e riscos climáticos (atuais e futuros), a que o município se encontra exposto, foram identificados os planos de âmbito municipal mais adequados para a implementação das opções de adaptação identificadas como potencialmente concretizáveis, bem como o conjunto de orientações sobre formas de integração das opções de adaptação no conteúdo material e documental de cada um destes planos de âmbito municipal.

O resultado final permitiu o estabelecimento de um quadro de princípios, de diretrizes e de normas orientadoras para a integração das opções de adaptação nos instrumentos de gestão territorial de âmbito municipal e o seu processo de elaboração, gestão, monitorização e avaliação.

6.1. Adaptação às Alterações Climáticas no Ordenamento do Território e Urbanismo

O ordenamento do território é uma política pública concretizada através de um conjunto de instrumentos utilizados para influenciar a distribuição de pessoas e de atividades nos territórios a várias escalas, assim como a localização de infraestruturas, áreas naturais e de lazer.

Dado que é neste âmbito que muitas das decisões com impacto na capacidade de adaptação do território e da sociedade aos efeitos das alterações climáticas podem ser tomadas, o ordenamento do território tem sido identificado como um meio fundamental para a concretização da adaptação às alterações climáticas.

A existência de níveis diferenciados de exposição e de sensibilidade territorial às alterações climáticas origina que, tanto em termos de vulnerabilidade aos efeitos das alterações climáticas, como nas condições para fazer face a esses efeitos, seja necessário equacionar para cada território as medidas adequadas de adaptação.

A abordagem do ordenamento do território permite evidenciar as condições específicas de cada território e tomá-las em devida consideração na análise dos efeitos das alterações climáticas. Permite, também, otimizar as soluções de adaptação, evitando formas de ocupação do solo que acentuem a exposição aos efeitos mais significativos, tirando partido das condições de cada território para providenciar soluções mais sustentáveis a custos compatíveis e para explorar as oportunidades criadas. Finalmente, através do ordenamento do território é possível conjugar estratégias de mitigação e de adaptação às alterações climáticas.

Podem ser apontados, ao ordenamento do território, seis atributos facilitadores da prossecução da adaptação às alterações climáticas (Hurlimann; March, 2012):

- Permite o planeamento e a atuação sobre assuntos de interesse coletivo;
- Permite a gestão de interesses conflituantes;
- Permite a articulação de várias escalas ao nível territorial, temporal e de governança;
- Permite a adoção de mecanismos de gestão sobre a incerteza;
- Permite a ação com base no repositório de conhecimento;
- Permite a definição de orientações para o futuro, integrando as atividades de um vasto conjunto de atores.

De uma forma global, considerando o conteúdo material e documental dos planos territoriais de âmbito municipal existem quatro formas principais de promover a adaptação local às alterações climáticas através do ordenamento do território e urbanismo:

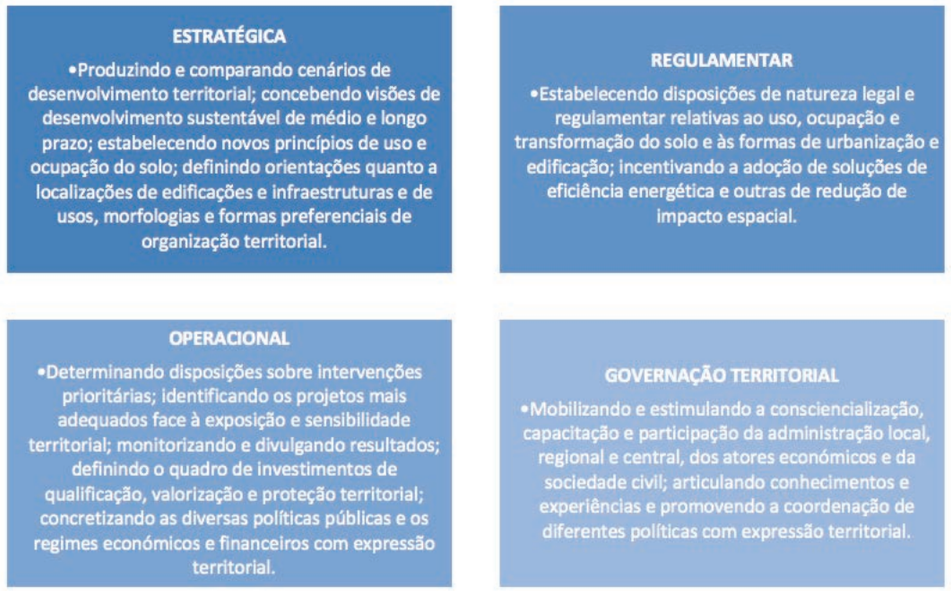


Figura 27. Principais formas de promover a adaptação local às alterações climáticas através do ordenamento do território e urbanismo. Fonte: Adaptado de Manual 05. Manual Integração das Opções de Adaptação nos Instrumentos de Gestão Territorial de Âmbito Municipal; 2016.

Enquanto instrumento estratégico, apresenta-se um quadro de referência para que os IGT concretizem a estratégia de municipal de adaptação às alterações climáticas. São, assim, identificadas as formas principais de promover a adaptação local às alterações climáticas através do ordenamento do território e sinalizadas as tipologias de planos de âmbito municipal mais adequadas para a implementação das linhas de intervenção identificadas.

6.2. Caraterização dos Instrumentos de Gestão Territorial de Âmbito Municipal de Arouca

A política de ordenamento do território e de urbanismo apoia-se num sistema de gestão territorial que, num contexto de interação coordenada, se organiza através dos âmbitos nacional, regional, intermunicipal e municipal.

No quadro da Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, com as alterações introduzidas pela Lei n.º 74/2017, de 16 de agosto, que estabelece as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, bem como do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, que aprova a revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), aprovado pelo Decreto-Lei n.º

380/99, de 22 de setembro, o âmbito nacional concretiza-se através do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), dos Programas Setoriais e dos Programas Especiais, enquanto o âmbito regional se efetiva com os Programas Regionais.

O âmbito intermunicipal materializa-se através dos Programas Intermunicipais, do Plano Diretor Intermunicipal, dos Planos de Urbanização Intermunicipais e dos Planos de Pormenor Intermunicipais. Por fim, os planos territoriais de âmbito municipal podem ser de três tipos:

- **Plano Diretor Municipal (PDM)**
- **Plano de Urbanização (PU)**
- **Plano de Pormenor (PP),**
  que pode adotar as seguintes modalidades específicas:
  – Plano de Intervenção no Espaço Rústico (PIER);
  – Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana;
  – Plano de Pormenor de Salvaguarda.

No passo 5 da metodologia ADAM, foram identificados e caracterizados os diferentes planos territoriais de âmbito municipal.

O ponto de situação (agosto de 2018) relativo aos planos territoriais de âmbito municipal encontra-se na tabela seguinte.

Tabela 17. Sistema de gestão territorial municipal – ponto de situação em agosto de 2018

Designação	Situação	Última Atualização	Área de Incidência
Plano Diretor Municipal (PDM) de Arouca	Em vigor	28-09-2017	Município de Arouca
Plano de Urbanização (PU) Escariz/Fermedo	Em vigor	17-06-2013	Parte das freguesias de Escariz e Fermedo
Plano de Urbanização (PU) Farrapa/Rossio	Aguarda publicação em Diário da República		Parte das freguesias de Chave e Escariz
Plano de Urbanização (PU) Arouca	Em vigor	17-10-2018	Parte da união de freguesias de Arouca e Burgo, e parte da Freguesia de Santa Eulália

Designação	Situação	Última Atualização	Área de Incidência
Plano de Pormenor (PP) do Centro Histórico de Arouca	Em vigor	17-11-1992	Parte da união de freguesias de Arouca e Burgo
Plano de Pormenor (PP) da Zona Central de Arouca	Em vigor	20-07-1993	Parte da união de freguesias de Arouca e Burgo

6.3. Integração das Opções de Adaptação nos Planos Territoriais de Âmbito Municipal de Arouca

Ainda no passo 5 da metodologia ADAM foram identificadas, sob a perspetiva do ordenamento do território, as opções que poderão ser implementadas através destes instrumentos, assim como a forma como estas poderão vir a ser associadas aos diferentes elementos que os constituem (conteúdo material e documental).

Na tabela seguinte apresentam-se, para cada opção de adaptação identificada como potencialmente concretizável através dos planos territoriais de âmbito municipal em vigor, um conjunto de formas de integração que deverão ser equacionadas, identificando-se os elementos dos planos que deverão ser alterados para a sua concretização.

Tabela 18. Articulação das opções de adaptação com os planos territoriais no âmbito municipal e formas de integração

N.º	Opções de adaptação	Instrumentos de gestão territorial associados	Formas de integração
1	Elaborar uma EMAAC que preveja monitorização e revisão de objetivos e riscos	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
3	Elaborar e implementar soluções de conforto térmico do parque edificado	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
4	Modificar o planeamento decontingência e a gestão deriscos de forma a incluir riscos climáticos	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica

N.º	Opções de adaptação	Instrumentos de gestão territorial associados	Formas de integração
5	Aumentar a resiliência do território aos incêndios rurais	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
6	Preservar a biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
7	Restringir o tipo e a dimensão da edificação em zonas de alto risco	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
8	Requalifiquar e valorizar das linhas de água e dos corredores ecológicos associados.	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
10	Reduzir a vulnerabilidade ao deslizamento de vertentes à erosão do solo e risco de cheias	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
11	Criar espaços verdes em zonas urbanas	PDM – Plano Diretor Municipal PU – Plano de Urbanização	Prever no Relatório como opção estratégica
12	Incentivar e valorizar a produção agrícola local e o desenvolvimento rural	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica
15	Promover o ordenamento florestal	PDM – Plano Diretor Municipal	Prever no Relatório como opção estratégica

Observações: Apenas são incluídas as opções de adaptação identificadas como potencialmente concretizáveis através de planos territoriais de âmbito municipais.

A tabela seguinte apresenta um conjunto de orientações gerais para a integração das opções no âmbito dos processos de elaboração, alteração ou revisão e de gestão e monitorização/avaliação dos PMOT (PDM, PU e PP).

Tabela 19. Orientações gerais para a integração de opções de adaptação no âmbito dos processos de elaboração / revisão, implementação, monitorização e avaliação dos planos territoriais de âmbito municipal

Tipologia	Fase/ Procedimento	Orientações
PDM	Alteração /Revisão	Em fase de alteração/ revisão, introduzir no Regulamento, no Relatório, na Planta de Ordenamento e demais elementos que constituem o PDM de Arouca, as opções de adaptação delineadas na EMAAC.
	Gestão / Monitorização e Avaliação	Cumprir com as medidas/ orientações delineadas; Avaliar os impactes relacionados com situações de eventos extremos; Articular com as várias entidades/ instituições/ agentes envolvidos com o intuito de concretizar as opções de adaptação; Manter uma relação eficiente entre as várias entidades envolvidas; Integrar as opções de adaptação nos planos anuais de atividade e orçamento; Atualizar, sempre que se justifique, as opções de adaptação e criar indicadores de execução/ aplicação das opções apresentadas; Manter atualizadas as opções/ orientações ao nível das várias políticas setoriais regionais e nacionais.

Tipologia	Fase/ Procedimento	Orientações
PU	Elaboração /Alteração /Revisão	Integrar, na fase de elaboração, alteração ou revisão do plano, no Regulamento, na Planta de Implantação e demais elementos que constituem o plano, as opções de adaptação delineadas e apresentadas.
	Gestão /Monitorização e Avaliação	Cumprir com as medidas/ orientações delineadas; Avaliar os impactes relacionados com situações de eventos extremos; Articular com as várias entidades/ instituições/ agentes envolvidos com o intuito de concretizar as opções de adaptação; Manter uma relação eficiente entre as várias entidades envolvidas; Integrar as opções de adaptação nos planos anuais de atividade e orçamento; Atualizar, sempre que se justifique, as opções de adaptação e criar indicadores de execução/ aplicação das opções apresentadas; Manter atualizadas as opções/ orientações ao nível das várias políticas setoriais regionais e nacionais.
PP	Elaboração /Alteração/ Revisão	Integrar, na fase de elaboração, alteração ou revisão do plano, no Regulamento, na Planta de Implantação e demais elementos que constituem o plano, as opções de adaptação delineadas e apresentadas.
	Gestão /Monitorização e Avaliação	Cumprir com as medidas/ orientações delineadas; Avaliar os impactes relacionados com situações de eventos extremos; Articular com as várias entidades/ instituições/ agentes envolvidos com o intuito de concretizar as opções de adaptação; Manter uma relação eficiente entre as várias entidades envolvidas; Integrar as opções de adaptação nos planos anuais de atividade e orçamento; Atualizar, sempre que se justifique, as opções de adaptação e criar indicadores de execução/ aplicação das opções apresentadas; Manter atualizadas as opções/ orientações ao nível das várias políticas setoriais regionais e nacionais.

7. IMPLEMENTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO

O presente capítulo apresenta e organiza um conjunto de ações e sua potencial implementação e acompanhamento, de acordo com a avaliação de vulnerabilidades e riscos climáticos (Passo 02 da metodologia ADAM) e com a identificação (Passo 03 da metodologia ADAM) e avaliação de opções de adaptação (Passo 04 da metodologia ADAM). Pretende-se assim dar os primeiros passos relativamente à implementação operacional da EMAAC. As ações descritas resultam diretamente do conhecimento adquirido pela aplicação da metodologia ADAM ao desenvolvimento da estratégia do **Município de Arouca**.

As ações listadas correspondem às opções de adaptação identificadas e avaliadas, incluindo informações sobre a sua potencial implementação, tais como: cronograma, liderança, grau de esforço e potenciais meios de monitorização. A tabela seguinte apresenta de forma sumária a seguinte informação:

- **Opção de adaptação**: designação da ação a levar a cabo;
- **Previsão de Implementação**: indicação genérica da data de início da implementação da opção;
- **Liderança**: sempre que possível, identificação dos organismos ou agências municipais responsáveis pela implementação;
- **Esforço**: em linha com a análise e avaliação efetuada ao longo da elaboração da EMAAC, avalia a magnitude da intervenção no território e o grau de esforço para os serviços municipais, como sendo (P) pequeno, (M) médio ou (G) grande;
- **Monitorização**: indicação inicial do período de revisão previsto após o início do processo de implementação da opção e/ou respetivas medidas de adaptação.

Tabela 20. Implementação e acompanhamento das opções de adaptação para o Município de Arouca

ID	Opção de adaptação	Previsão de Implementação	Liderança	Esforço	Previsão de Monitorização
1	Elaborar uma EMAAC que preveja monitorização e revisão de objetivos e riscos	Março 2018 (início das ações de capacitação) – Em elaboração	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Bienal
2	Implementação de um programa de ações de sensibilização para as alterações/adaptações climáticas	Janeiro de 2020	Câmara Municipal de Arouca	(P) Pequeno;	Anual
3	Elaborar e implementar soluções de conforto térmico do parque edificado	Em função de possíveis candidaturas	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Anual
4	Modificar o planeamento decontingência e a gestão de riscos de forma a incluir riscosclimáticos	Janeiro de 2020	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Anual
5	Aumentar a resiliência do território aos incêndios rurais	Em execução	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Anual
6	Preservar a biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras	Janeiro de 2021	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Bienal
7	Restringir o tipo e a dimensão da edificação em zonas de alto risco	Aquando da revisão do PDM	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Bienal
8	Requalifiquar e valorizar das linhas de água e dos corredores ecológicos associados.	Janeiro de 2021	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Bienal
9	Criar sistemas de alerta para eventos extremos	Janeiro de 2020	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Anual
10	Reduzir a vulnerabilidade ao deslizamento de vertentes à erosão do solo e risco de cheias	Janeiro de 2021	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Bienal

ID	Opção de adaptação	Previsão de Implementação	Liderança	Esforço	Previsão de Monitorização
11	Criar espaços verdes em zonas urbanas	Janeiro de 2022	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Bienal
12	Incentivar e valorizar a produção agrícola local e o desenvolvimento rural	Janeiro de 2020	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Bienal
13	Substituir a frota de veículos municipais por veículos elétricos (Zero Emissões)	Em função de possíveis candidaturas	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Bienal
14	Rever o plano municipal de emergência	Em execução	Câmara Municipal de Arouca	(M) Médio;	Bienal
15	Promover o ordenamento florestal	Aquando da revisão do PDM	Câmara Municipal de Arouca	(G) Grande;	Bienal

7.1. Conselho Local de Acompanhamento

O objetivo do Conselho Local de Acompanhamento (CLA) será contribuir para a promoção, o acompanhamento e a monitorização da adaptação local, no sentido de uma governança adaptativa mais eficiente, participada e duradoura.

Pretende-se uma estrutura flexível e inclusiva, de carácter consultivo e base voluntária, que reúna um conjunto de atores-chave e instituições representativos da sociedade civil, empenhados no processo de implementação da EMAAC. A criação do CLA compete à Câmara Municipal, que deverá presidi-lo.

Sendo uma estrutura abrangente de acompanhamento e apoio à decisão ao longo da implementação da EMAAC, que seja capaz de mobilizar a comunidade local através do empenho e compromisso das diferentes partes que o compõem, recomenda-se que a constituição deste conselho inclua diversos interlocutores públicos, privados e da sociedade civil.

De forma a congregar uma pluralidade de perspetivas e domínios setoriais, sugere-se que sejam convidados a participar diversos representantes, de onde se destacam:

Tabela 21. Conselho Local de Acompanhamento (CLA) do Município de Arouca

Grupo	Atores-Chave
Administração Central, Regional, Local / Serviços Públicos	Área Metropolitana do Porto (AMP); Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC); Autoridade de Saúde; Instituto de Segurança Social (ISS); Juntas de Freguesia; Forças de Segurança; Agência Portuguesa do Ambiente (APA); Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF); Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N); Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG); Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN).
Agentes Económicos	Infraestruturas de Portugal; EDP Distribuição; REN.
Associações Empresariais e Socioprofissionais	Associação Geoparque Arouca (AGA); Associação Florestal de Entre Douro e Vouga (AFEDV); ENERGAIA.
Organizações da Sociedade Civil	Bombeiros Voluntários de Arouca; Associação de Crianças Inadaptadas de Arouca (AICIA); Santa Casa da Misericórdia de Arouca; Casa do Povo Santa Cruz de Alvarenga; Centro Social de Chave; Centro de Dia de S. Salvador do Burgo; Centro Social Santa Cristina de Mansores; Centro Paroquial de Promoção Social Rainha Santa Mafalda (CPPSRSM); URTIARDA – Clube do Ambiente e Património do Arda e Urtigosa; Movimento Gaio; Matéria-Prima – Associação para a Reabilitação da Serra da Freita; Semente do Futuro.
Instituições de Ensino	Agrupamento de Escolas de Arouca; Agrupamento de Escolas de Escariz.
Comunicação Social	Rádio Regional de Arouca; Discurso Direto; Roda-viva.
Líderes Locais	-

Sendo essencial a participação da comunidade científica neste conselho, poderão também ser incluídos especialistas nacionais ou estrangeiros que contribuam para enriquecer o processo de acompanhamento da implementação da EMAAC.

Pretende-se que, no decorrer do processo de implementação da EMAAC, o CLA assuma os seguintes objetivos:

Maximizar a exequibilidade e eficiência do processo, através da promoção do diálogo, criação de sinergias colaborativas e mediação entre os diferentes agentes, instituições e instrumentos de políticas públicas;

Identificar lacunas de informação e conhecimento;

Capitalizar sinergias à escala local e regional, promovendo parcerias e projetos conjuntos entre diferentes entidades para facilitar a mobilização dos recursos eventualmente necessários;

Promover a capacitação dos agentes locais e da população em geral;

Propor orientações, estudos e soluções úteis, dando particular atenção aos grupos mais vulneráveis.

Este conselho deverá reunir com regularidade, sendo a sua composição, missão, atribuições, regime de funcionamento e horizonte temporal a definir pelo Município de Arouca, dando a oportunidade de todos se manifestarem sobre os assuntos em causa.

De igual modo, este conselho poderá dinamizar iniciativas que promovam e disseminem a cultura de adaptação à escala local através de ações de sensibilização, formação e/ou divulgação de boas práticas.

8. GLOSSÁRIO

Adaptação – processo de ajustamento ao clima atual ou projetado e aos seus efeitos. Em sistemas humanos, a adaptação procura moderar ou evitar danos e/ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana poderá facilitar ajustamentos ao clima projetado e aos seus efeitos (IPCC, 2014a).

Adaptação planeada – adaptação resultante de uma deliberada opção política baseada na perceção de que determinadas condições foram modificadas (ou estão prestes a ser) e que existe a necessidade de atuar de forma a regressar, manter ou alcançar o estado desejado (IPCC, 2007, IPCC, 2014a).

Alterações climáticas – qualquer mudança no clima ao longo do tempo, devida à variabilidade natural ou como resultado de atividades humanas. Este conceito difere do que é utilizado na 'Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas' (UNFCCC), no âmbito da qual se define as "alterações climáticas" como sendo "uma mudança no clima que seja atribuída direta ou indiretamente a atividades humanas que alterem a composição global da atmosfera e que seja adicional à variabilidade climática natural observada durante períodos de tempo comparáveis" (AVELAR e LOURENÇO, 2010).

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 +2ºC para um período futuro significa que a temperatura média será mais elevada em 2ºC que no período de referência.

Capacidade de adaptação (ou adaptativa) – capacidade que sistemas, instituições, seres humanos e outros organismos têm para se ajustar a potenciais danos, tirando partido de oportunidades ou respondendo às suas consequências (IPCC, 2014a).

Cenário climático – simulação numérica do clima no 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 impacto (IPCC, 2012).

Comunidade – Conjunto de pessoas cuja coesão se baseia na existência de uma cultura, memória, e/ou práticas comuns. Frequentemente a noção de comunidade surge associada a determinado território ou região (e.g., comunidade local do bairro x, comunidade do município y). Uma comunidade baseia-se na partilha de relações de proximidade, sentimentos de pertença e interações quotidianas. Podem, por isso, extravasar a ligação territorial e ganhar sentido com base na partilha de práticas, interesses ou valores, aproximando-se, neste caso, da noção de grupo social (e.g., comunidade de pescadores, comunidade científica, comunidade de produtores, ou até comunidade virtual…).

Dias de chuva – segundo a Organização Meteorológica Mundial são dias com precipitação superior ou igual a 1 mm.

Dias muito quentes – segundo a Organização Meteorológica Mundial são dias com temperatura máxima superior ou igual a 35o C. Dias de geada – segundo a Organização Meteorológica Mundial são dias com temperatura mínima inferior ou igual a 0ºC. Dias de verão – segundo a Organização Meteorológica Mundial são dias com temperatura máxima superior ou igual a 25ºC.

Exposição – de todas as componentes que contribuem para a vulnerabilidade, a exposição é a única diretamente ligada aos parâmetros climáticos, ou seja, à magnitude do evento, às suas características e à variabilidade existente nas diferentes ocorrências. Os fatores de exposição incluem temperatura, precipitação, evapotranspiração e balanço hidrológico, bem como os eventos extremos associados, nomeadamente chuva intensa/torrencial e secas meteorológicas (FRITZSCHE [et al.], 2014).

Extremos climáticos – ocorrência de valores superiores (ou inferiores) a um limiar próximo do valor máximo (ou mínimo) observado (IPCC, 2012).

Frequência – número de ocorrências de um determinado evento por unidade de tempo (ver probabilidade de ocorrência).

Forçamento radiativo – balanço (positivo ou negativo) do fluxo de energia radiativa (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. Mede-se em W/m^2 (adaptado de IPCC, 2013).

Grupo social – Conjunto de indivíduos que interagem de modo sistemático uns com os outros. Seja qual for a sua dimensão, uma das características próprias de um grupo social é a de os seus membros terem consciência de possuir uma identidade comum decorrente de fatores múltiplos, tais como a idade, o género, a profissão, os valores, a formação, etc. Assim, os grupos sociais definem-se normalmente por características socioculturais, sociodemográficas ou socioeconómicas (e.g., idosos, jovens, domésticas, minorias étnicas, grupos profissionais…).

Impacto potencial – resultado da combinação da exposição com a sensibilidade a um determinado fenómeno. Por exemplo, uma situação de precipitação intensa (exposição) combinada com vertentes declivosas, terras sem vegetação e pouco compactas (sensibilidade), irá resultar em erosão dos solos (impacto potencial) (FRITZSCHE [et al.], 2014).

Infraestruturas 'cinzentas' – intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas melhor preparadas para lidar com eventos extremos. Este tipo de opções foca-se no impacto direto das alterações climáticas sobre as infraestruturas (por exemplo, temperatura, inundações, subida do nível médio do mar) e têm normalmente como objetivos o 'controlo' da ameaça (por exemplo, diques, barragens) ou a prevenção dos seus efeitos (por exemplo, ao nível da irrigação ou do ar condicionado) (EC, 2009, EC, 2013).

Infraestruturas 'verdes' – contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como a reversão da perda de biodiversidade, a degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água. Utilizam as funções e os serviços dos ecossistemas para alcançar soluções de adaptação mais facilmente implementáveis e de melhor custo-eficácia que as infraestruturas 'cinzentas'. Podem passar, por exemplo, pela utilização do efeito de arrefecimento gerado por árvores e outras plantas, em áreas densamente habitadas; pela preservação da biodiversidade como forma de melhorar a prevenção contra eventos extremos (por exemplo, tempestades ou fogos florestais), pragas e espécies invasoras; pela gestão integrada de áreas húmidas; e, pelo melhoramento da capacidade de infiltração e retenção da água (EC, 2009, EC, 2013).

Instrumentos de Gestão Territorial – programas e planos consagrados no Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, que estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT), onde se definem as regras sobre o planeamento e ordenamento do território relativos a 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.

Má-adaptação ('maladaptation') – ações de adaptação que podem levar a um aumento do risco e/ou da vulnerabilidade às alterações climáticas, ou seja, à diminuição do bem-estar no presente ou no futuro (IPCC, 2014a). 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. Estas ações são de âmbito alargado podendo ser categorizadas como estruturais, institucionais ou sociais (adaptado de IPCC, 2014b).

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 (adaptado de IPCC, 2014a). 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, tendo em conta todas ou algumas das suas propriedades conhecidas. O sistema climático pode ser representado por modelos com diferentes níveis de complexidade para qualquer uma dessas componentes ou para a sua combinação, podendo diferir em vários aspetos como o número de dimensões espaciais, a extensão de processos físicos, químicos ou biológicos que são explicitamente representados ou o nível de parametrizações empíricas envolvidas. Os modelos disponíveis atualmente com maior fiabilidade para representarem o sistema climático são os modelos gerais/globais de circulação atmosferaoceano (Atmosphere-Ocean General Circulation Models – AOGCM). Estes, são aplicados como ferramentas para estudar e simular o clima e disponibilizam representações do sistema climático e respetivas projeções mensais, sazonais e interanuais (IPCC, 2013).

Modelo Climático Regional (RCM) – modelos com uma resolução maior que os modelos climáticos globais (GCM), embora baseados nestes. Os modelos climáticos globais contêm informações climáticas numa grelha com resoluções entre os 300 km e os 100 km, enquanto os modelos regionais usam uma maior resolução espacial, variando a dimensão da grelha entre os 11 km e os 50 km (UKCIP, 2013).

Noites tropicais – segundo a Organização Meteorológica Mundial, são noites com temperatura mínima superior ou igual a 20º 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 1961/1990. Onda de calor – segundo a Organização Meteorológica Mundial, considera-se que ocorre uma onda de calor quando, num intervalo de pelo menos seis dias consecutivos, a temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio diário no período de referência (média dos últimos 30 anos).

Opções de adaptação – alternativas/decisões 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, sendo exemplo a proteção de uma área vulnerável ou a retirada da população de uma área em risco (adaptado de SMIT e WANDEL, 2006).

Opções 'não estruturais' (ou 'soft') – desenho e implementação de políticas, estratégias e processos. Podem incluir, por exemplo, a integração da adaptação no planeamento territorial e urbano, a disseminação de informação, incentivos económicos à redução de vulnerabilidades e a sensibilização para a adaptação (e contra a má-adaptação). Requerem uma cuidadosa gestão dos sistemas humanos subjacentes e podem incluir, entre outros: instrumentos económicos (como mercados ambientais), investigação e desenvolvimento (por exemplo, no domínio das tecnologias), e a criação de quadros institucionais (regulação e/ou guias) e de estruturas organizacionais (por exemplo, parcerias) apropriadas (EC, 2009,EC, 2013).

Plano de Pormenor – desenvolve e concretiza em detalhe as propostas de ocupação de qualquer área do território municipal, estabelecendo regras sobre a implantação das infraestruturas e o desenho dos espaços de utilização coletiva, a implantação, a volumetria e as regras para a edificação e a disciplina da sua integração na paisagem, a localização e a inserção urbanística dos equipamentos de utilização coletiva e a organização espacial das demais atividades de interesse geral. Abrange áreas contínuas do território municipal, que podem corresponder a uma unidade ou subunidade operativa de planeamento e gestão ou a parte delas. Pode adotar modalidades específicas com conteúdo material adaptado a finalidades particulares de intervenção, sendo modalidades específicas: o plano de intervenção no espaço rústico; o plano de pormenor de reabilitação urbana; e o plano de pormenor de salvaguarda.

Plano de Urbanização – desenvolve e concretiza o plano diretor municipal e estrutura a ocupação do solo e o seu aproveitamento, fornecendo o quadro de referência para a aplicação das políticas urbanas e definindo a localização das infraestruturas e dos equipamentos coletivos principais. Pode abranger qualquer área do território do município incluída em perímetro urbano por plano diretor municipal eficaz e, ainda, os solos rústicos complementares de um ou mais perímetros urbanos que se revelem necessários para estabelecer uma intervenção integrada de planeamento ou outras áreas do território municipal que possam ser destinadas a usos e a funções urbanas, designadamente à localização de instalações ou parques industriais, logísticos ou de serviços ou à localização de empreendimentos turísticos e equipamentos e infraestruturas associados.

Plano Diretor Municipal – instrumento que estabelece a estratégia de desenvolvimento territorial municipal, a política municipal de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, o modelo territorial municipal, as opções de localização e de gestão de equipamentos de utilização coletiva e as relações de interdependência com os municípios vizinhos, integrando e articulando as orientações estabelecidas pelos programas de âmbito nacional, regional e intermunicipal. Planos Municipais de Ordenamento do Território – correspon-

dem, no âmbito do Sistema de Gestão Territorial Municipal, a instrumentos de natureza regulamentar e estabelecem o regime de uso do solo, definindo modelos de ocupação territorial e da organização de redes e sistemas urbanos e, na escala adequada, de parâmetros de aproveitamento do solo, bem como de garantia da sustentabilidade socioeconómica e financeira e da qualidade ambiental. No quadro do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, correspondem a três tipos: o plano diretor municipal, o plano de urbanização e o plano de pormenor. Probabilidade de ocorrência – refere-se ao número médio de anos entre a ocorrência de dois eventos sucessivos com uma magnitude idêntica. Normalmente é definida por períodos de retorno e expressa em intervalos de tempo (ANDRADE [et al.], 2006).

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 em modelos climáticos. As projeções climáticas dependem dos cenários de emissões/concentrações/forçamento radiativo utilizados, que são baseados em pressupostos relacionados com comportamentos socioeconómicos e tecnológicos no futuro. Estes pressupostos poderão, ou não, vir a concretizar-se estando sujeitos a um grau substancial de incerteza (IPCC, 2013). Não é possível fazer previsões do clima futuro, pois não se consegue atribuir probabilidades aos cenários climáticos obtidos por meio de diferentes cenários de emissões de gases com efeito de estufa.

Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial – define, juridicamente, o regime de coordenação dos âmbitos nacional, regional, intermunicipal e municipal do sistema de gestão territorial, o regime geral de uso do solo e o regime de elaboração, aprovação, execução e avaliação dos instrumentos de gestão territorial, bem como a articulação e compatibilização dos programas e dos planos territoriais com os planos de ordenamento do espaço marítimo nacional.

Resiliência – capacidade de sistemas sociais, económicos ou ambientais lidarem com perturbações, eventos ou tendências nocivas, respondendo ou reorganizando-se de forma a preservar as suas funções essenciais, a sua estrutura e a sua identidade, enquanto também mantêm a sua capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação (IPCC, 2014a).

Risco climático – probabilidade de ocorrência de consequências ou perdas danosas (mortes, ferimentos, bens, meios de produção, interrupções nas atividades económicas ou impactos ambientais), que resultam da interação entre o clima, os perigos induzidos pelo homem e as condições de vulnerabilidade dos sistemas (adaptado de ISO 31010, 2009, UNISDR, 2011).

Sensibilidade / Suscetibilidade – determina o grau a partir do qual o sistema é afetado (benéfica ou adversamente) por uma determinada exposição ao clima. A sensibilidade ou suscetibilidade é condicionada pelas condições naturais e físicas do sistema (por exemplo, a sua topografia, a capacidade dos solos para resistir à erosão ou o seu tipo de ocupação) e pelas atividades humanas que afetam as condições naturais e físicas do sistema (por exemplo, práticas agrícolas, gestão de recursos hídricos, utilização de outros recursos e pressões relacionadas com

as formas de povoamento e densidade populacional). Uma vez que muitos sistemas foram modificados tendo em vista a sua adaptação ao clima atual (por exemplo, barragens, diques e sistemas de irrigação), a avaliação da sensibilidade inclui igualmente a vertente relacionada com a capacidade de adaptação atual. Os fatores sociais, como a densidade populacional, deverão ser apenas considerados como sensíveis se contribuírem diretamente para os impactos climáticos (FRITZSCHE [et al.], 2014).

Sistema de Gestão Territorial – estrutura a política de ordenamento do território e de urbanismo, organizando-se, num contexto de interação coordenada, em quatro âmbitos: i. nacional; ii. regional; iii. intermunicipal; iv. municipal.

Vulnerabilidade – consiste na propensão ou predisposição que determinado elemento ou conjunto de elementos têm para serem impactados negativamente. A vulnerabilidade agrega uma variedade de conceitos, incluindo exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação (adaptado de IPCC, 2014b).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Portuguesa do Ambiente. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020).

Portugal: 2015. Andrade, César; Pires, Henrique Oliveira; Silva, Pedro; Taborda, Rui; Freitas, Maria da Conceição – Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Projeto SIAM II. Lisboa: Gradiva, 2006. 4 – Zonas Costeiras. 989-616-081-3. Avelar, David; Lourenço, Tiago Capela – PECAC – Sector Adaptação.

Relatório Final do Plano Estratégico de Cascais face às Alterações Climáticas, Câmara Municipal de Cascais. Lisboa: Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2010.

Comissão de Coordenação da Região do Norte – Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) da Região do Norte – Proposta de Plano, 2009.

DGEG e INE. ICESD – Inquérito ao consumo de energia no setor doméstico em 2010. Lisboa: 2011. pp 115. Disponível em: www.ine.pt. DGEG. Consumo de energia por Município e por sector de atividade para 2012. Lisboa: 2012. Disponível em: http://www.dgeg.pt/. EC – An EU Strategy on adaptation to climate change. COM (2013) 216 final.

Brussels, Belgium: 2013. EC – White Paper on Adapting to climate change: Towards a European framework for action. SEC (2009) 387. Brussels, Belgium: 2009.

Fritzsche, Kerstin; Schneiderbauer, Stefan; Bubeck, Philip; Kienberger, Stefan; Buth, Mareike; Zebisch, Marc; Kahlenborn, Walter – 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, 2014.

Hay, Lauren E.; Wilby, Robert L.; Leavesley, George H. – A Comparison of Delta Change and Downscaled GCM Scenarios for Three Mountainous Basins in the United States.

Journal of the American Water Resources Association. Vol. 36. n.º 2 (2000). p. 387-397.

Hurlimann, Anna C.; March, Alan P. – The role of spatial planning in adapting to climate change. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change. Vol. 3. n.º 5 (2012). p. 477-488. INE – Censos 2011.

Instituto Nacional de Estatística, 2011. Disponível em: www.ine.pt. IPCC – Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. 978-0-521-70597-4.

IPCC – Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2013.

IPCC – Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 2014a.

IPCC – Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation – Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change First Joint Session of Working Groups I and II, 2012.

IPCC – Summary for policymakers. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2014b.

Lopes, T. P. – Potencial de poupança de energia na climatização de edifícios habitacionais. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão de Sistemas Ambientais (p. 163). Lisboa. (2010) Disponível em: http://run.unl.pt/handle/10362/5014.

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Decreto-lei n.º 80/2006, Diário da República, 1.ª série.67 (04-04-06).

Smit, Barry; Wandel, Johanna – Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Global Environmental Change. Vol. 16. n.º 3 (2006). p. 282-292.

Smith, Mark Stafford; Horrocks, Lisa; Harvey, Alex; Hamilton, Clive – Rethinking adaptation for a 4°C world. 2011.

Soares, Pedro M. M.; Cardoso, Rita M.; Ferreira, João Jacinto; Miranda, Pedro M. A. – Climate change and the Portuguese precipitation: ENSEMBLES regional climate models results. Climate Dynamics. Vol. 45. n.º 7 (2015). p. 1771-1787.

UKCIP – The UKCIP Adaptation Wizard v 4.0. Oxford, UK: UK Climate Impacts Programme, 2013. WHO Europe – Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT, Technical summary, 2009.

ANEXOS

O anexo apresenta a estrutura simplificada do Perfil de Impactos Climaticos Locais (PIC-L), enquanto ferramenta de apoio à sistematização do levantamento de vulnerabilidades climáticas observadas, realizado para o Município de Arouca.

O PIC-L consiste numa ferramenta de apoio à análise da suscetibilidade, exposição, capacidade de adaptação e vulnerabilidade de um município ao clima atual. Esta ferramenta constitui uma base de dados, composta por diferentes campos. O seu objetivo consiste em sistematizar informações sobre eventos meteorológicos que tiveram impactos para o município, de forma a responder a três questões fundamentais:

- Como foi o município afetado pelos diferentes eventos climáticos a que se encontra exposto;
- Quais foram as consequências desses eventos;
- Que ações foram tomadas para resolver essas consequências,

Identificação e consequências do evento					**Capacidade de resposta**				
Resumo	Data do evento climático	Tipo de evento climático	Impacto	Detalhes das consequências	Localização	Responsáveis pela resposta	Responsáveis planeamento da resposta	Ações / respostas	Eficácia das ações / respostas

Desta forma, o Município realizou um levantamento das vulnerabilidades climáticas locais para ver como estes eventos afetaram as atividades, as pessoas e as infraestruturas em todo o concelho de Arouca ao longo dos últimos 13 anos.

O levantamento dos eventos climáticos adversos e respetivas consequências foram obtidos com recurso a uma pesquisa exaustiva em relatórios e registos internos dos serviços municipais, bem como registos externos das várias entidades envolvidas na resposta, arquivos de imprensa, entre outros.