



Instituto Politécnico de Viana do Castelo
Escola Superior Agrária de Ponte de Lima

Desenvolvimento do Plano Municipal de Ação Climática
do Município de Vila Verde

Dissertação de Mestrado em Engenharia do Território e do Ambiente

Joaquim Gonçalves de Oliveira

Orientador: Professor Doutor Joaquim Mamede Alonso

Coorientadora: Professora Doutora Ana Isabel Oliveira Faria Ferraz

Ponte de Lima, maio 2024

As doutrinas expressas neste
trabalho são da exclusiva
responsabilidade do autor

ÍNDICE

ÍNDICE	i
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
ABREVIATURAS	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO E CONTEXTUAL DO PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA	2
2.1 Dinâmicas físicas e biológicas ocorridas na Terra.....	2
2.2 Objetivos de desenvolvimento sustentável	4
2.2.1 Enquadramento regulamentar (Lei de Bases do Clima) e técnico, na relação com a estratégia intermunicipal de adaptação às alterações climáticas da CIM-Cávado	5
2.2.2 Objetivos da política do clima	5
2.2.3 Princípios da política do clima.....	6
2.2.4 Deveres em matéria climática.....	9
2.2.5 Sujeitos da ação climática.....	9
2.2.6 Políticas climáticas regionais e locais.....	9
2.3 Avaliação e adaptação às alterações climáticas	10
2.3.1 Adaptação e ação climática à escala regional e local.....	13
2.3.2 Objetivos do plano municipal de ação climática	14
3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA.....	15
3.1 Fase I - Enquadramento, caracterização e diagnóstico	17
3.1.1 Etapa 1 - Definição de âmbito, contextualização e diagnóstico do concelho	18
3.1.2 Etapa 2 - Contextualização climática, projeção e cenarização climática	18
3.1.3 Etapa 3 - Cenarização climática e desafios climáticos	20
3.2 Fase II - Avaliação de impactes e vulnerabilidades.....	24
3.2.1 Etapa 4 - Identificação de impactes climáticos.....	24
3.2.2 Etapa 5 - Vulnerabilidades e capacidade adaptativa.....	27

3.3	Fase III - Opções de adaptação, integração e gestão.....	31
3.3.1	Etapa 6 - Definição de medidas de adaptação	31
3.3.2	Etapa 7 - Integração da adaptação no planeamento regional e local.....	34
3.3.3	Etapa 8 - Definição dos modelos de gestão, monitorização e comunicação.....	35
4.	PMAC DO MUNICÍPIO DE VILAVERDE – ENQUADRAMENTO, CONTEXTUALIZAÇÃO E OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO	37
4.1	Fase I - Enquadramento, caracterização e diagnóstico	37
4.1.1	Localização e enquadramento geográfico do concelho de Vila Verde	37
4.1.2	Caracterização das condições naturais.....	39
4.1.3	Dinâmicas populacionais e demográficas.....	40
4.1.4	Os recursos naturais e o património humano.....	44
4.1.5	Ocupação e uso do solo	45
4.1.6	Os riscos naturais, mistos e tecnológicos no Cávado.....	46
4.1.7	Caracterização meteorológica e climática – Projeções e cenários climáticos.....	47
4.1.8	Cenarização da temperatura.....	48
4.1.9	Cenarização da amplitude térmica.....	51
4.1.10	Cenarização da evapotranspiração.....	53
4.1.11	Cenarização da precipitação	55
4.1.12	Cenarização da precipitação como neve	57
4.1.13	Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século	59
4.2	Fase II – Impactes, riscos prioritários e vulnerabilidades às alterações climáticas.....	60
4.2.1	Potenciais impactes identificados na biodiversidade	61
4.2.2	Potenciais impactes identificados na agricultura e floresta	63
4.2.3	Potenciais impactes identificados na energia e segurança energética.....	64
4.2.3.1	Matriz energética	65
4.2.3.2	Emissões de dióxido de carbono.....	69
4.2.4	Potenciais impactes identificados na saúde humana.....	71
4.2.5	Potenciais impactes identificados na segurança de pessoas e bens.....	72
4.2.6	Potenciais impactes identificados na economia e turismo	73
4.2.7	Potenciais impactes identificados na mobilidade.....	75
4.2.8	Espacialização geral dos impactes no concelho de Vila Verde	77
4.3	Fase II – Avaliação de impactes	77
4.3.1	Análise de risco multicritério.....	77
4.4	Fase III – Opções de adaptação, integração e gestão	80
4.4.1	Fase III – Definição de eixos, opções e medidas de adaptação	80

4.4.1.1	Eixo I - Investigação e conhecimento	80
4.4.1.2	Eixo II - Medidas e ações de intervenção	81
4.4.1.3	Eixo III – Monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão	84
4.4.1.4	Eixo IV – Organização, sensibilização e capacitação.....	85
4.4.1.5	Eixo V - Cooperação intermunicipal	86
4.4.2	Integração da adaptação em políticas setoriais e intermunicipais.....	86
4.3.3	Modelo de governança e monitorização do PMAC	88
5.	CONCLUSÃO	90
6.	BIBLIOGRAFIA	92

AGRADECIMENTOS

Este trabalho resulta dos meus anseios de contributo para a sustentabilidade ambiental, em geral, e em particular do concelho de Vila Verde, localizado na região norte de Portugal.

As alterações climáticas são uma realidade e é imperioso o empenhamento de todos nos processos de adaptação para minimizar os seus impactes.

Qualquer mérito que esta Dissertação de Mestrado em Engenharia do Território e Ambiente, no desenvolvimento de um Plano Municipal de Ação Climática, do possa ter, não é um trabalho individual, terá que ser compartilhado, especialmente com a minha esposa e com a minha filha, pela compreensão, paciência e incentivo que me deram ao longo destes anos de estudo.

A nível académico, agradeço particularmente ao Professor Doutor Mamede Alonso, na qualidade de coordenador de curso, professor e orientador desta dissertação, e à professora Ana Isabel Ferraz na qualidade de professora e coorientadora, pelo conhecimento, disponibilidade e dedicação que demonstraram.

Deixo ainda um sentido reconhecimento a todos os docentes deste mestrado, aos meus colegas de turma, em particular aos que participaram nos trabalhos conjuntos e ao Senhor Luís Armando pelo profissionalismo e dedicação na solução de problemas de software.

Ao nível do tratamento dos dados nos sistemas de informação geográfica, agradeço a colaboração dos colegas Renato Silva, Hélder Amorim e Diogo Gonçalves.

Agradeço à Câmara Municipal de Vila Verde, em particular à Senhora Presidente, Dra. Júlia Fernandes e ao Senhor Vereador do Ambiente, Desporto e Proteção Civil, Dr. Patrício Araújo, pela confiança depositada na ESA- IPVC para a elaboração do PMAC.

Todas as dificuldades que encontrei foram momentos adversos, mas também de consciencialização de que as dificuldades são para ser vencidas e contribuem para a satisfação individual e coletiva.

RESUMO

A alteração dos padrões climáticos ganhou especial relevo nas últimas décadas devido às crescentes incertezas relacionadas com a magnitude e extensão dos impactes causados nos meios humanos, ambientais e económicos. Para potenciar a produção e disseminação de conhecimento científico foi criado, em 1988, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Os trabalhos deste Painel permitiram diminuir o grau de incerteza associado aos impactes das Alterações Climáticas no território e na sociedade, através de uma abordagem multidisciplinar e multi-escalar que agrega conhecimentos e consensos de uniformização, síntese e disponibilização de informação.

A consciencialização de que estas alterações se traduzem em impactes diretos e indiretos para os sistemas humanos e naturais, implicam o desenvolvimento e aplicação de medidas que promovam um território resiliente e capaz para os desafios atuais e futuro.

A Lei de Bases do Clima (Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro) consolida os objetivos e estabelece princípios, direitos, deveres e obrigações, em matéria de ação climática, para os diferentes níveis de governação, afim de serem considerados no desenvolvimento de políticas setoriais e suporte para os Planos Regionais e Municipais de ação climática.

A metodologia base deste plano segue a sequência de três fases, enquadramento, avaliação de impactes e vulnerabilidades, e por fim, opções de integração e gestão.

A adaptação à ação climática inclui medidas para salvaguardar a diversidade geológica e biodiversidade, promoção de sistemas sustentáveis de produção agroalimentar, planos de arborização, intervenções no ciclo natural e urbano da água, segurança de pessoas e bens, promoção da economia circular, eficiência energética e mobilidade.

Esta dissertação tem por objetivo a elaboração do Plano Municipal de Ação Climática para o Município de Vila Verde.

Palavras-chave: Alterações climáticas; Gases com efeito estufa; Impactes ambientais; Medidas de adaptação; Governança

ABSTRACT

The climate patterns change has won special prominence on the last decades due to increasing uncertainties related with the impacts magnitude and its extent caused on human, environmental and economic resources. In order to enhance the production and dissemination of scientific knowledge, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was created in 1988. This Panel's work has aided to reduce the degree of uncertainty associated to the impacts of Climate Change on the territory and on society, through a multidisciplinary and multi-scale approach that brings together knowledge and consensus associated with the standardization, synthesis and information availability.

The awareness that these changes translate into direct and indirect impacts on human and natural systems means that measures need to be developed and implemented to promote a resilient territory capable of meeting current and future challenges.

The Basic Climate Law (Law no. 98/2021, of December 31) consolidates the objectives and establishes principles, rights, duties and obligations, in terms of climate action, for the different levels of governance, in order to be considered in the development of sectoral policies and support for Regional and Municipal Climate Action Plans .

This plan's basic methodology follows the sequence of three phases: framework, impact and vulnerability assessment, and finally, integration and management options. The adaptation to climate action includes measures to safeguard geological diversity and biodiversity, promotion of sustainable agri-food production systems, afforestation plans, interventions in the natural and urban water cycle, safety of people and goods, promotion of the circular economy, energy efficiency and mobility.

The aim of this dissertation is to draw up a Municipal Climate Action Plan for the municipality of Vila Verde.

Keywords: Climatic changes; Greenhouse effect gases; Environmental impacts; Adaptation measures; Governance

ABREVIATURAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ADAM	Apoio à Decisão em Adaptação Municipal
CEDI	Conselho Estratégico para o Desenvolvimento Intermunicipal
CELE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
EC	<i>European Commission</i>
ECCP	Programa Europeu para as Alterações Climáticas
EIAAC	Estratégia Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas
ENAAC	Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
EU	União Europeia
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GWP	Potencial de Aquecimento Global
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
NU	Nações Unidas
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONGA	Organizações Não Governamentais de Ambiente
PDEPC	Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil
PDM	Plano Diretor Municipal
PMA	Plano Municipal de Ambiente
PMAC	Plano Municipal de Ação Climática
PMDFCI	Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030
PNI	Plano Nacional de Investimentos (PNI2030, 2020)
PNOT	Programa Nacional para o Ordenamento do Território
QEPC	Quadro Estratégico para a Política Climática
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
UNFCCC	Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas

LISTA DE QUADROS

Quadro 2. 1 - Princípios da política do clima, adaptado de Lei de Bases do Clima (Lei nº 98, 2021)	9
Quadro 2. 2 - Objetivos do plano municipal de ação climática	14
Quadro 3. 1 - Níveis de adaptação do município às Alterações Climáticas	17
Quadro 3. 2 - Dimensões de trabalho de elaboração do PMAC	17
Quadro 3. 3 - Estações meteorológicas usadas na análise do histórico registado na região da CIM - Cávado	20
Quadro 3. 4 - Cenários para cada RCP, adaptado de (Wayne & Wayne, 2013).....	21
Quadro 3. 5 - Modelos e cenarização climática.....	23
Quadro 3. 6 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos.....	24
Quadro 3. 7 - Identificação de impactes	25
Quadro 3. 8 - Riscos naturais, tecnológicos e mistos	25
Quadro 3. 9 - Síntese de mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental (Fonte: PNPOT, 2018).....	30
Quadro 3. 10 - Integração da adaptação no Ordenamento do território.....	35
Quadro 3. 11 - Eixos de Adaptação	36
Quadro 3. 12 - Governança integrada e multinível do plano	36
Quadro 4. 1 - População do concelho de Vila Verde (censos 2011 e 2021).....	42
Quadro 4. 2 - Síntese das alterações climáticas	59
Quadro 4. 3 - Impactes de ação climática na biodiversidade.....	62
Quadro 4. 4 - Impactes de ação climática na Agricultura e Floresta	64
Quadro 4. 5 - Comparação territorial do consumo de energia final em 2022. (Fonte: (DGEG, 2024)).....	66
Quadro 4. 6 - Consumo de energia final [tep] por setor de consumo de energia em Vila Verde, 2022	67
Quadro 4. 7 - Matriz de consumo de energia final [tep] em Vila Verde em 2022. Fonte: DGEG, 2024....	68
Quadro 4. 8 - Impactes de ação climática na energia e segurança energética	69
Quadro 4. 9 - Emissões anuais de GEE diretos em Vila Verde. Fonte: APA, 2021	70
Quadro 4. 11 - Impactes de ação climática na saúde humana	72
Quadro 4. 12 - Impactes de ação climática na Segurança de Pessoas e Bens.....	73
Quadro 4. 13 - Impactes de ação climática na economia e turismo	74
Quadro 4. 14 - Impactes de ação na mobilidade.....	76
Quadro 4. 15 - Análise multicritério.....	79
Quadro 4. 16 - Eixo I - Investigação e Conhecimento.....	81
Quadro 4. 17 - Eixo II - Medidas e Ações de Intervenção, opções II.1 e II.2	83
Quadro 4. 18 – Eixo II - Medidas e Ações de Intervenção, opções II.3 e II.4.....	84
Quadro 4. 19 - Eixo III - Monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão	85
Quadro 4. 20 - Eixo IV – Organização, sensibilização e capacitação	85
Quadro 4. 21 - Cooperação intermunicipal.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Emissões de GEE e aquecimento global.....	3
Figura 2.2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Agenda 2030 Nações Unidas.....	4
Figura 2.3 - Princípios da política do clima, adaptado de Lei de Bases do Clima (Lei nº 98, 2021).....	8
Figura 2.4 - Impactes e medidas de mitigação, adaptação e ação para as Alterações Climáticas - adaptado de (Rothman et al., 2003)	11
Figura 2.5 - Esquema representativo das áreas temáticas e sectores prioritários (Fonte: ENAAC, 2020) .	12
Figura 3.1 - Objetivos do Plano Municipal de Ação Climática	16
Figura 3.2 - Processo de análise de vulnerabilidades (Fonte: adaptado de Fritzsche et al., 2014)	27
Figura 3.3 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado ClimAdaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016))	28
Figura 4.1 - Enquadramento geográfico de Vila Verde.....	38
Figura 4.2 - Mapa de declives	39
Figura 4.3 - Distribuição da população por escalões etários	41
Figura 4.4 - Distribuição da população por freguesias em 2011	43
Figura 4.5 - Distribuição da população por freguesias em 2021	44
Figura 4.6 - Ocupação e uso do solo	46
Figura 4.7 - Temperatura média registada de 2014 a 2022. Fonte: INE, 2019 ISSN 0871-911-x. ISBN 978-989-25.....	47
Figura 4.8 - Projeção das variações da temperatura	48
Figura 4.9 - Projeção das variações de extremos de temperatura	49
Figura 4.10 - Projeção das variações de temperatura inferior a 0°C e superior a 18°C.....	49
Figura 4.11 - Temperatura média de 1960-1990	50
Figura 4.12 - Projeção espacial da temperatura para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	50
Figura 4.13 - Projeção espacial da temperatura para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	50
Figura 4.14 - Projeção da amplitude térmica.....	51
Figura 4.15 - Amplitude térmica de 1960-1990	52
Figura 4.16 - Projeção espacial da amplitude térmica para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	52
Figura 4.17 - Projeção espacial da amplitude térmica para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	52
Figura 4.18 - Projeção da evapotranspiração.....	53
Figura 4.19 - Evapotranspiração de 1960-1990.....	54
Figura 4.20 - Projeção espacial da evapotranspiração para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	54
Figura 4.21 - Projeção espacial da evapotranspiração para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]	54
Figura 4.22 - Projeção da precipitação	55
Figura 4.23 - Precipitação de 1960-1990.....	56
Figura 4.24 - Projeção espacial da precipitação para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100].....	56
Figura 4.25 - Projeção espacial da precipitação para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100].....	56
Figura 4.26 - Projeção da precipitação na forma de neve.....	57
Figura 4.27 - Precipitação em forma de neve de 1960-1990	58

Figura 4.28 - Projeção espacial da precipitação em forma de neve para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100].....	58
Figura 4.29 - Projeção espacial da precipitação em forma de neve para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100].....	58
Figura 4.30 - Consumo de energia final [tep] por setor de consumo de energia em Vila Verde, 2022	67
Figura 4.31 - Emissões de GEE (t CO ₂ e) para o concelho de Vila Verde. Fonte: APA, 2021	71
Figura 4.32 - Rede Viária	76

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do Plano Municipal de Ação Climática (PMAC) inclui instrumentos de política e documentos estratégicos de âmbito supranacional, nacional, regional e municipal que, pela sua relevância, devem ser considerados no âmbito do planeamento e das políticas públicas de ação climática. De acordo com o sexto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações (IPCC, 2022), as emissões de gases com efeito de estufa provenientes de atividades humanas são responsáveis por aproximadamente 1,1°C de aquecimento desde o início do século XX.

O Protocolo de Quioto foi o primeiro tratado jurídico internacional a impor limites nas emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), adotado na Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC, 2003).

O Acordo de Paris, de 12 de dezembro de 2015 (UN, 2015) e a vigorar desde 4 de novembro de 2016 representa a assunção de um compromisso mundial para manter o aumento da temperatura média global inferior a 2°C relativamente ao período pré-industrial e prosseguir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C. Ao ser ratificado por maioria dos países membros da UNFCCC, veio renovar a esperança no multilateralismo de combate às alterações climáticas.

A nível europeu, com o Programa Europeu para as Alterações Climáticas (CCE, 2000), foram definidas políticas de clima para cumprir o desafio do Protocolo de Quioto, através de medidas como o Comércio Europeu de Licenças de Emissão, (Diretiva 87/CE, 2003) e o Pacto Ecológico Europeu (CE, 2019).

Em Portugal foi aprovada legislação e estratégias para adaptação e mitigação às alterações climáticas com a Estratégia para as Alterações Climáticas, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2020/2030), o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050, 2019) e a Lei de Bases do Clima (Lei 98 de 31 dezembro, 2021).

Este trabalho tem por objetivo a elaboração de um Plano Municipal de Ação Climática para dotar a Câmara Municipal de Vila Verde de instrumentos de implementação de medidas de transição rápida e socialmente equilibrada para uma economia sustentável e de combate às alterações climáticas.

O desenvolvimento deste PMAC assenta na dimensão técnica, centrada em tarefas necessárias para a sua elaboração; dimensão analítica, estratégica e programática, e por fim na dimensão de governança, monitorização e avaliação do processo de concretização.

2. ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO E CONTEXTUAL DO PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA

O Plano Municipal de Ação Climática apresenta uma relação direta com o planeamento municipal do ambiente e outras iniciativas no âmbito da energia, transportes, desenvolvimento sustentável, bem como, com maior detalhe, concretização e alargamento para a mitigação das leituras e propostas na Estratégia Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EIAAC).

O Plano Municipal de Ambiente resulta de um desafio lançado na Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente em 1992 (UN,1992) e consiste na elaboração de um plano estratégico de ambiente a nível municipal, contribuindo para o desenvolvimento sustentável a médio e longo prazo, contemplando planos operacionais dirigidos para a ação a curto prazo.

Os Planos Municipais de Ambiente são planos estratégicos de ambiente a nível municipal e contribuem para o desenvolvimento sustentável a médio prazo, sendo ainda planos operacionais dirigidos para a ação a curto prazo.

2.1 Dinâmicas físicas e biológicas ocorridas na Terra

As dinâmicas físicas e biológicas que ocorrem na Terra dependem do efeito de estufa, um mecanismo natural que regula a temperatura do planeta e impede amplitudes térmicas extremas ao longo do dia.

Os elementos constituintes da atmosfera, ao funcionarem como filtro seletivo, deixam passar com relativa facilidade a radiação de curto comprimento de onda oriunda do sol, mas limitam e absorvem parte do calor e da energia emitida pela superfície terrestre, mantendo a Terra aquecida e em padrões estáveis.

Alguns dos gases constituintes da mistura atmosférica são particularmente eficazes neste mecanismo, sendo por isso mesmo identificados como GEE.

Desde a sua origem, a Terra tem sofrido variações climáticas significativas sendo que muitas modificações decorrem de mecanismos ou fenómenos à escala astronómica, outras de mecanismos de geodinâmica interna e externa, com influência no clima do planeta durante os seus cerca de 4,5 mil milhões de anos.

Desde o início da revolução industrial, mas sobretudo a partir de 1940, a concentração de GEE na atmosfera tem vindo a aumentar exponencialmente, provocando um desequilíbrio no mecanismo natural do efeito de estufa, que faz com que mais calor e energia sejam absorvidos na atmosfera e transferidos para a superfície da Terra, influenciando o aquecimento global do planeta.

As concentrações atmosféricas de GEE refletem o balanço entre as emissões de atividades humanas e fontes naturais e as capturas pela biosfera e o oceano. Os níveis crescentes de GEE na atmosfera devido às emissões antrópicas têm sido o principal responsável pelas mudanças climáticas verificadas nas últimas décadas (Figura 2. 1).

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 2023, a temperatura média na superfície da Terra foi de 1,45°C acima das temperaturas da era pré-industrial (a média dos anos de 1850 a 1900), enquanto os últimos seis anos foram os mais quentes registados desde 1880. A mesma organização prevê que a temperatura média anual à superfície para cada ano entre 2023 e 2027 possa ser entre 1,1°C e 1,8°C mais elevada do que os níveis pré-industriais (OMM, 2024).

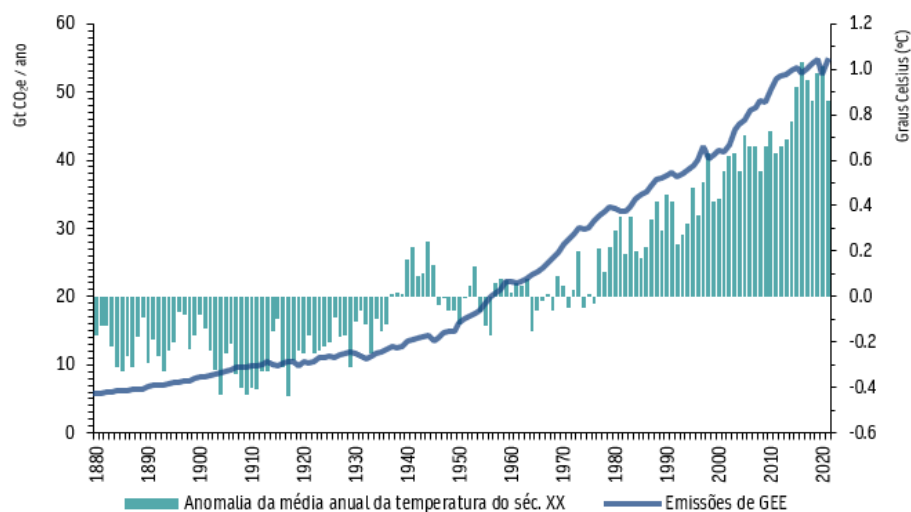


Figura 2. 1 - Emissões de GEE e aquecimento global

Fontes: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e Our World In Data

2.2 Objetivos de desenvolvimento sustentável

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram definidos em 2015 na Agenda 2030 das Nações Unidas e abordam várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, económico, ambiental). São 17 objetivos com 169 metas associadas, que visam erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade até 2030 (Figura 2. 2).

A nível mundial, estes desafios exigem uma nova forma de crescimento económico sustentável, que permita satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfação das suas próprias necessidades, garantindo o equilíbrio entre o crescimento económico, a sustentabilidade ambiental e o bem-estar social.

A necessidade de aumentar a consciencialização para o problema das alterações climáticas, e na perspetiva de incremento de ações de âmbito local, Portugal instituiu o dia 25 de setembro como Dia Nacional da Sustentabilidade (Resolução Conselho de Ministros nº 56/2023, 2023).



Figura 2. 2- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Agenda 2030 Nações Unidas

2.2.1 Enquadramento regulamentar (Lei de Bases do Clima) e técnico, na relação com a estratégia intermunicipal de adaptação às alterações climáticas da CIM-Cávado

A Estratégia Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas e a Lei de Bases do Clima definem objetivos de médio (2050) e curto (2030) para etapas de implementação de medidas de adaptação e mitigação para minimizar os impactos das alterações climáticas.

2.2.2 Objetivos da política do clima

A Lei de Bases do Clima (Lei n.º 98 de 31 dezembro, 2021) nos termos do artigo 3.º estabelece os objetivos da política do clima, que através das políticas públicas do clima, visam o equilíbrio ecológico, combatendo as alterações climáticas, e prosseguem os seguintes objetivos:

- i. promover uma transição rápida e socialmente equilibrada para uma economia sustentável e uma sociedade neutras em gases de efeito de estufa;
- ii. garantir justiça climática, assegurando a proteção das comunidades mais vulneráveis à crise climática, o respeito pelos direitos humanos, a igualdade e os direitos coletivos sobre os bens comuns;
- iii. assegurar uma trajetória sustentável e irreversível de redução das emissões de gases de efeito de estufa;
- iv. promover o aproveitamento das energias de fonte renovável e a sua integração no sistema energético nacional;
- v. promover a economia circular, melhorando a eficiência energética e dos recursos;
- vi. desenvolver e reforçar os atuais sumidouros e demais serviços de sequestro de carbono;
- vii. reforçar a resiliência e a capacidade nacional de adaptação às alterações climáticas;
- viii. promover a segurança climática;
- ix. estimular a educação, a inovação, a investigação, o conhecimento e o desenvolvimento e adotar e difundir tecnologias que contribuam para estes fins;

- x. combater a pobreza energética, nomeadamente através da melhoria das condições de habitabilidade e do acesso justo dos cidadãos ao uso de energia;
- xi. fomentar a prosperidade, o crescimento verde e a justiça social, combatendo as desigualdades e gerando mais riqueza e emprego;
proteger e dinamizar a regeneração da biodiversidade, dos ecossistemas e dos serviços;
- xii. dinamizar o financiamento sustentável e promover a informação relativa aos riscos climáticos por parte dos agentes económicos e financeiros;
- xiii. assegurar uma participação empenhada, ambiciosa e liderante nas negociações internacionais e na cooperação internacional;
- xiv. estabelecer uma base rigorosa e ambiciosa de definição e cumprimento de objetivos, metas e políticas climáticas;
- xv. reforçar a transparência, a acessibilidade e a eficácia da informação, do quadro jurídico e dos sistemas de informação, reporte e monitorização;
- xvi. garantir que todas as medidas legislativas e investimentos públicos de maior envergadura sejam avaliados estrategicamente em relação ao seu contributo para cumprir os pressupostos enunciados, integrando os riscos associados às alterações climáticas nas decisões de planeamento e de investimento económico nacional e setorial.

2.2.3 Princípios da política do clima

O artigo 4.º define as políticas públicas do clima e estão subordinadas aos seguintes princípios (Figura 2. 3):

- i. desenvolvimento sustentável, aproveitando os recursos naturais e humanos de forma equilibrada, em consideração pelos deveres de solidariedade e respeito pelas gerações futuras e pelas demais espécies que coabitam no planeta;
- ii. transversalidade, garantindo que a mitigação e a adaptação às alterações climáticas são consideradas nas demais políticas globais e setoriais;
- iii. especial articulação com a lei de bases do ambiente, prevenindo e mitigando riscos ambientais conexos;
- iv. integração, considerando os impactes das alterações climáticas nos investimentos e atividades económicas, tanto públicos como privados;

- v. cooperação internacional, tendo em vista as mais-valias para o desenvolvimento de práticas e tecnologias e para a descarbonização global;
- vi. valorização do conhecimento e da ciência, assentando nestes a tomada de decisões;
- vii. subsidiariedade, assegurando uma administração multinível integrada e eficiente, integrando as regiões autónomas e as autarquias nos processos de planeamento, tomada de decisão e avaliação das políticas públicas;
- viii. informação, impondo uma cultura de transparência e responsabilidade;
- ix. participação, incluindo os cidadãos e as associações ambientais no planeamento, tomada de decisões e avaliação das políticas públicas;
- x. prevenção e precaução, obviando ou minorando, prioritariamente na fonte, os impactes adversos no clima, tanto em face de perigos imediatos e concretos como de riscos futuros e incertos, e podendo estabelecer, em caso de incerteza científica, que o ónus da prova recai sobre a parte que alegue a ausência de perigos ou riscos;
- xi. responsabilização, recuperação e reparação, devendo cada agente interveniente responder pelas suas ações e omissões, diretas e indiretas, estando obrigado a corrigir ou recuperar as perdas e danos que tenha originado, suportando os encargos daí resultantes e as compensações aplicáveis a terceiros.



Figura 2. 3 - Princípios da política do clima, adaptado de Lei de Bases do Clima (Lei nº 98, 2021)

2.2.4 Deveres em matéria climática

No artigo 7.º estão referidos os deveres em matéria climática (Quadro 2.1).

Quadro 2. 1 - Princípios da política do clima, adaptado de Lei de Bases do Clima (Lei nº 98, 2021)

Deveres climáticos	
01	Todos têm o dever de proteger, preservar, respeitar e assegurar a salvaguarda do equilíbrio climático, contribuindo para mitigar as alterações climáticas
02	A cidadania climática consiste no dever de contribuir para a salvaguarda do equilíbrio climático, cabendo ao Estado promovê-la nos planos político, técnico, cultural, educativo, económico e jurídico

2.2.5 Sujeitos da ação climática

Ainda no artigo 8.º indica-se que são sujeitos da ação climática:

- i. o Estado;
- ii. os institutos públicos;
- iii. as empresas públicas;
- iv. as regiões autónomas;
- v. as autarquias locais e respetivas associações públicas;
- vi. o Conselho para a Ação Climática, nos termos a definir em diploma próprio;
- vii. as entidades administrativas independentes com funções de regulação da atividade económica;
- viii. as Organizações Não Governamentais de Ambiente (ONGA), centros e grupos de investigação e reflexão, e outras organizações não governamentais, associações ou entidades da sociedade civil;
- ix. Os cidadãos, as empresas privadas e outras entidades de direito privado.

2.2.6 Políticas climáticas regionais e locais

Este ponto relaciona-se com o Artigo 14.º Políticas climáticas regionais e locais em que se estabelece que:

- i. as regiões autónomas e as autarquias locais programam e executam políticas climáticas no âmbito das suas atribuições e competências, assegurando a sua coerência com os instrumentos de gestão territorial;
- ii. os municípios aprovam, em assembleia municipal, um plano municipal de ação climática;
- iii. as comissões de coordenação e desenvolvimento regional elaboram, um plano regional de ação climática, a aprovar em conselho regional;
- iv. as comunidades intermunicipais e as áreas metropolitanas definem políticas climáticas comuns para os respetivos territórios;
- v. as entidades referidas nos números anteriores cooperam para assegurar a complementaridade das políticas e dos investimentos para a mitigação e a adaptação às alterações climáticas;
- vi. o Estado assegura os meios necessários para garantir o desenvolvimento das políticas regionais e locais em matéria climática;
- vii. as empresas do setor empresarial do Estado têm um especial dever de cooperação na concretização das políticas em matéria climática nos territórios em que se inserem e onde desenvolvem a sua atividade;
- viii. as entidades referidas no presente artigo são objeto de uma avaliação de desempenho das respetivas políticas públicas em matéria climática, em termos a definir em diploma próprio;
- ix. O Estado, através da Administração Central, Regional e Local, promove a avaliação dos riscos globais e nacionais e a elaboração de planos de atuação, prevenção e contingência perante fenómenos climáticos extremos, o surgimento de novas doenças ou o agravamento da incidência de doenças em resultado das alterações climáticas;

2.3 Avaliação e adaptação às alterações climáticas

Portugal, tal como a generalidade da Europa do Sul, apresenta um elevado risco de alterações nos padrões climáticos (IPCC, 2014). Os dados climáticos registados, entre 1931 e 2000, corroboram esta previsão, existindo, desde 1972, um aumento contínuo da temperatura média do ar, em especial na região Norte (Santos et al., 2002).

Em relação aos níveis de precipitação, para o mesmo período, existe uma tendência de redução na primavera e um ligeiro aumento no outono (IPMA, 2015).

De acordo com o *Climate Change Research and Policy in Portugal*, as estratégias para evolução da política climática nacional passam por:

- i. forte aposta em planos de mitigação;
- ii. aumento do uso de energias renováveis;
- iii. aumento da eficiência energética dos edifícios;
- iv. adoção de medidas de mobilidade ambientalmente sustentável.

As metas de emissão de GEE assumidas pela Nações Unidas, pela União Europeia e por Portugal (Lei n.º 98 de 31 dezembro, 2021), adequam procedimentos para elaboração de planos de ação em todos os setores e escalas regionais e locais através da enumeração de medidas setoriais e definição de modelos de financiamento.

A necessidade de conjugação de medidas de adaptação e mitigação no quadro da ação das alterações climáticas assenta no princípio de precaução, e caracteriza-se por ser uma abordagem preventiva da ameaça de danos graves ou irreversíveis ao meio ambiente ou à saúde humana.

A severidade dos impactos está intrinsecamente ligada ao nível de adaptação e mitigação ao longo do tempo (Figura 2. 4).

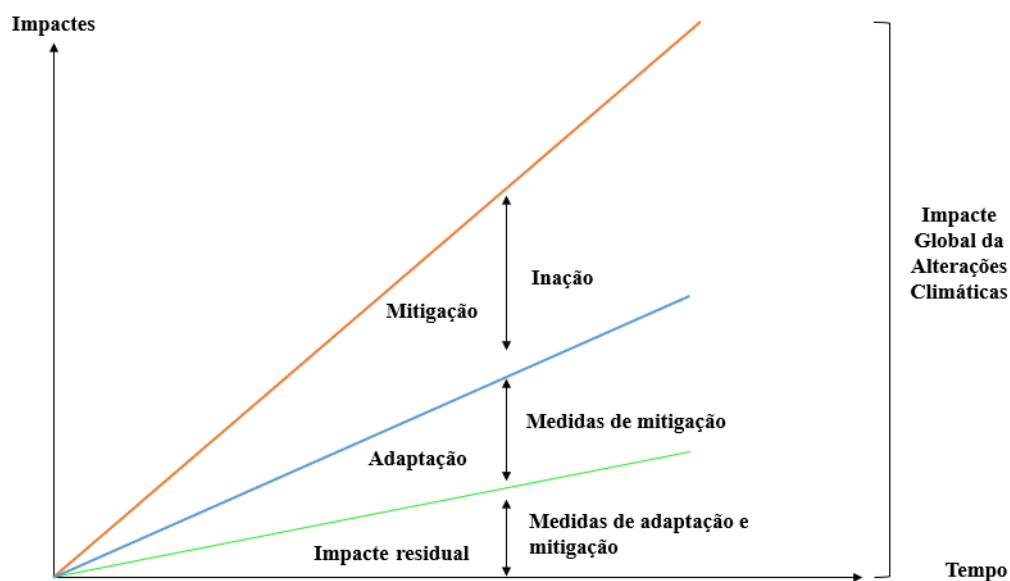


Figura 2. 4 - Impactes e medidas de mitigação, adaptação e ação para as Alterações Climáticas - adaptado de (Rothman et al., 2003)

No âmbito nacional, a adaptação às alterações climáticas está definida pelo Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPC), que compreende um conjunto de instrumentos como o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030) e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC).

A ENAAC, aprovada na Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010 identifica impactes e reforça medidas de adaptação e mitigação para adaptar o país aos efeitos das alterações climáticas.

A ENAAC 2020 pretende proporcionar condições à adaptação concreta em todos os setores de escala regional pela enumeração de medidas setoriais e definição de modelos de financiamento com base no Plano Nacional de Investimentos (PNI2030, 2023).

O carácter multissetorial pretende criar uma visão global que tenha em conta a aplicação de medidas que respondam às vulnerabilidades dos principais setores presentes no território (Figura 2. 5).

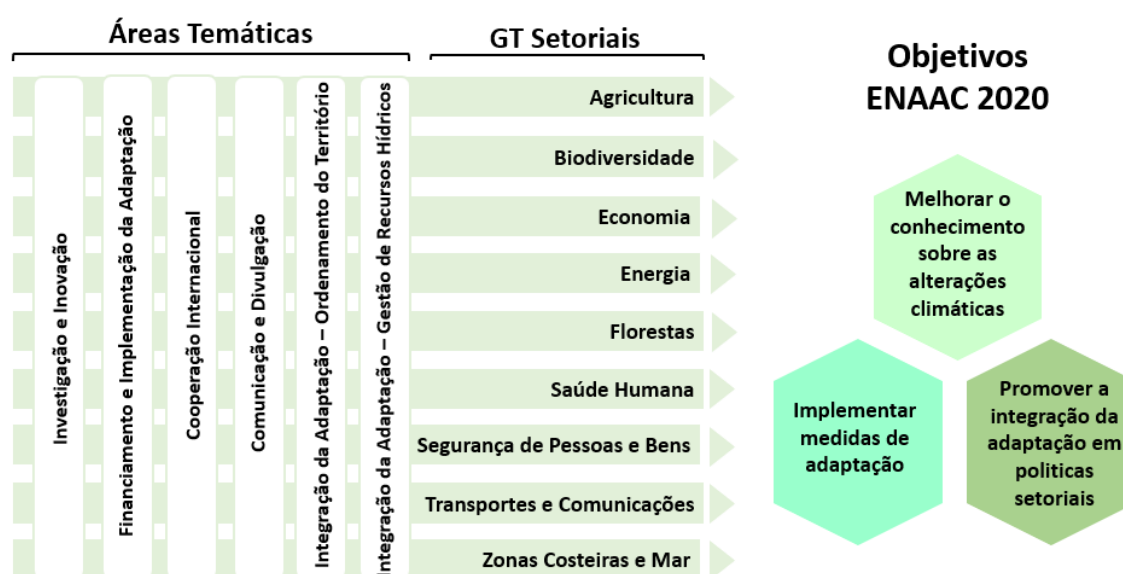


Figura 2. 5 - Esquema representativo das áreas temáticas e sectores prioritários (Fonte: ENAAC, 2020)

2.3.1 Adaptação e ação climática à escala regional e local

O processo de adaptação e ação climática local pretende reduzir e aproveitar os efeitos diretos e indiretos das alterações climáticas sobre o território pela adoção de estratégias que promovam o desenvolvimento ambiental, económico e social (Silva et al., 2018).

Estes processos vão de encontro às necessidades dos municípios que, enquanto formas de governação intermediária, necessitam de adotar medidas adequadas à gestão do território de forma a garantirem uma resposta capaz de lidar com os desafios climáticos (Silva et al., 2018)

No imediato, os desafios políticos ao nível da ação local traduzem-se em:

- i. planeamento de contingência e a gestão de eventos climáticos extremos, bem como medidas adequadas de precaução para novos riscos, sejam cheias ou inundações, incêndios florestais, deslizamento de terras, amplitudes térmicas elevadas, perda de espécies ou aumento exponencial de invasoras;
- ii. tomadas de decisões a médio prazo para o uso e ocupação do solo, utilização de recursos ou instalação de equipamentos e infraestruturas para suprir necessidades populacionais;
- iii. instrumentos de planeamento e governança territorial adequados à realidade climática.

A ação climática visa a capacitação e a transição da sociedade ao nível social, ambiental e económico com vista ao desenvolvimento de indivíduos, grupos e comunidades promotoras de uma economia circular responsável.

Os processos de concretização de uma economia circular devem evoluir no sentido de promover a interação entre a administração regional e local e setores estratégicos e organizações para discussão, definição e implementação de opções e medidas de adaptação (Somanathan et al., 2015).

O processo de adaptação e ação climática assume uma visão integrada e integradora, orientada para ações assentes numa lógica operacional e de implementação, incorporando intervenções ao nível do planeamento, conhecimento, monitorização, comunicação e sensibilização (ENAAC, 2020).

O PMAC assume-se como um exercício técnico-científico colaborativo vertido num plano de ação de suporte à estratégia política, comunicação, ação e apoio à fundamentação de opções de investimento, candidaturas e instrumentos de governança.

O PMAC apresenta uma relação direta com o planeamento municipal do ambiente e com iniciativas no âmbito da energia, mobilidade, desenvolvimento sustentável bem como, na concretização das medidas de mitigação propostas na Estratégia Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM-Cávado.

2.3.2 Objetivos do plano municipal de ação climática

Objetivos base para o plano de ação climática para o Município e concelho de Vila Verde (Quadro 2. 2).

Quadro 2. 2 - Objetivos do plano municipal de ação climática

Objetivo		Ação
01	Identificação e modelação	Recolha e modelação da realidade e projeções da mudança climática municipal
02	Avaliação	Avaliar o estado do ambiente e da sustentabilidade do concelho através da identificação e análise de diferentes áreas temáticas
03	Cooperação	Encorajar a cooperação e formação de parcerias para obter uma visão sistemática e integrada
04	Participação	Promover a participação e responsabilização dos agentes e dos cidadãos na ação climática
05	Definição de estratégias e ações temáticas	Definir estratégias e ações de intervenção, de base temática e territorial, concretas e concertadas entre as organizações, quadro orgânico e parceiros para uma implementação adequada
06	Organizar propostas	Organizar as propostas numa base coerente entre si estabelecendo as relações entre este plano e outras opções/estratégias de base global, nacional, regional e local
07	Identificação de problemas	Identificar os problemas ambientais que necessitam de uma resolução mais urgente e para os quais existam iniciativas em cursos e meios disponíveis para intervenção
08	Eficácia de financiamento	Contribuir para o aumento da eficácia das intervenções bem como, para preparar e otimizar a utilização racional e responsável dos modelos e fontes de financiamento

3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE AÇÃO CLIMÁTICA

O desenvolvimento do plano municipal de ação climática do Município de Vila Verde visa reforçar as capacidades de adaptação do município às alterações climáticas, através da definição de opções e medidas de ação climática suportadas no conhecimento das vulnerabilidades atuais e projeções futuras.

A metodologia utilizada para elaboração deste plano teve por base o processo de Apoio à Decisão em Adaptação Municipal (ADAM), adaptado para a realidade portuguesa a partir do UKCIP Adaptation Wizard (ferramenta de ajuda às organizações para se adaptarem às mudanças climáticas), cujo enquadramento se encontra descrito no Guia Metodológico para as EMAAC (APA, 2015).

A base deste modelo é a sequência de três fases e etapas associadas, assumindo-se como um exercício aberto, participado, contínuo e inclusivo promovido pela Câmara Municipal de Vila Verde.

O desenvolvimento do PMAC-Vila Verde implicou reunir as bases de dados, produtos e experiências de processos de planeamento e avaliação, em particular dos planos de avaliação e gestão de riscos, bem como a integração destes processos com os instrumentos de política, planeamento e gestão territorial.

O PMAC-Vila Verde contribui para o planeamento e desenvolvimento de um concelho mais resiliente, seguro, competitivo e habitável, em que, as medidas de ação permitam minimizar efeitos negativos e potenciar oportunidades (Figura 3. 1).

Em termos estratégicos, o PMAC-Vila Verde visa:

- i. uma análise histórica e uma dimensão prospetiva da mudança climática;
- ii. a promoção da adaptação e ação climática no quadro da melhoria do estado do ambiente e sustentabilidade;
- iii. uma abordagem temática, sistémica, integradora e hierárquica implícita da localização e coesão territorial, associadas a uma programação e alocação num conjunto de propostas coerentes de investimento, financiamento e responsabilidade.

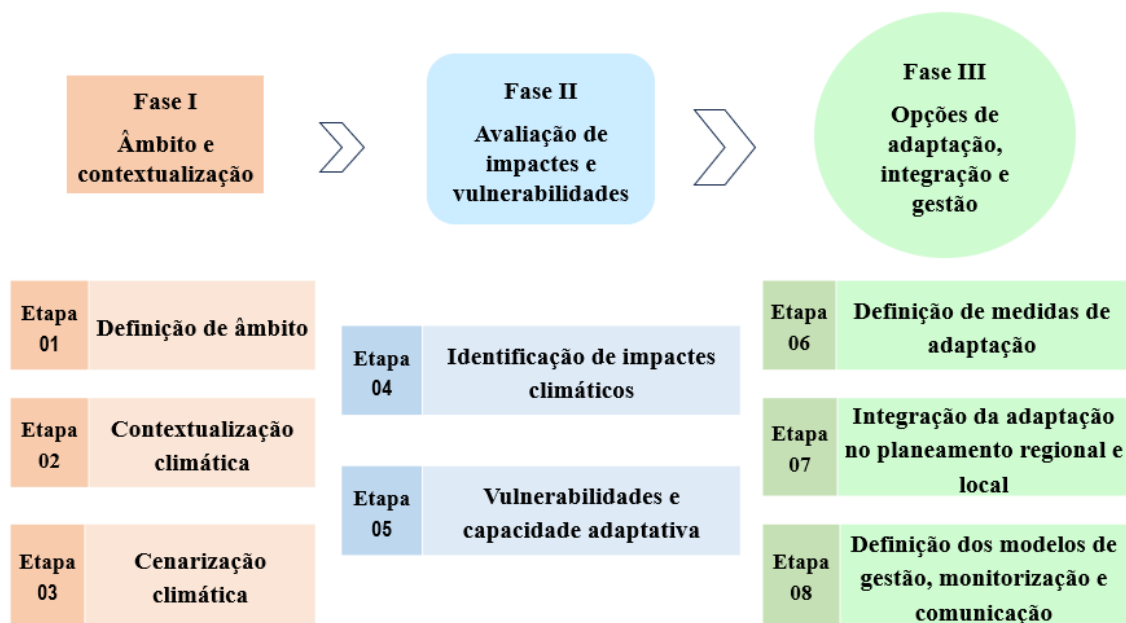


Figura 3. 1 – Metodologia do plano municipal de ação climática

A definição e especificação do enquadramento, procedimentos e práticas para cada uma destas três fases implicou o desenvolvimento de processos metodológicos e processuais de programação dos trabalhos.

3.1 Fase I - Enquadramento, caracterização e diagnóstico

O PMAC-Vila Verde, promovido pela Câmara Municipal de Vila Verde visa reforçar as capacidades de adaptação do município às alterações climáticas através dos níveis de adaptação seguintes (Quadro 3.1).

Quadro 3. 1 - Níveis de adaptação do município às alterações climáticas

Níveis de adaptação		
01	Conhecimento	Melhorar o nível de conhecimento sobre as causas, processos e impactes regionais e locais das alterações climáticas
02	Medidas	Definição de eixos e opções e implementar medidas de adaptação
03	Integração da adaptação	Promoção da integração da adaptação em políticas sectoriais e concelhias
04	Execução	Monitorização, relato e revisão do plano.

O desenvolvimento do PMAC-Vila Verde encontra-se estruturado em torno de três dimensões de trabalho que correspondem a *outputs* distintos e corporizam vertentes complementares (Quadro 3.2).

Quadro 3. 2 - Dimensões de trabalho de elaboração do PMAC

Dimensão		Outputs
01	Técnica	Centrada no conjunto de tarefas de natureza técnica necessárias para a elaboração do Plano, incluindo as dimensões analítica, estratégica, de avaliação, de intervenção e programática
02	Processual ou operacional	Corresponde a uma das dimensões fundamentais do Plano, a da gestão, monitorização e avaliação do seu processo de concretização
03	Formação e comunicação	Corresponde ao conjunto de procedimentos que visam a participação e o envolvimento de agentes do território no processo

Por forma a maximizar a eficácia da estratégia consagrada, ao longo do plano incluem-se processos, momentos e instrumentos de auscultação, participação e responsabilização de

diferentes autoridades da administração e outras partes interessadas, ao nível local e regional.

Foram ainda consideradas referências científicas, legais, metodológicas, estratégicas, dados e modelos provenientes do IPCC, legislação nacional e as EIAAC-Cávado.

3.1.1 Etapa 1 - Definição de âmbito, contextualização e diagnóstico do concelho de Vila verde

A metodologia adotada baseou-se na definição de objetivos e resultados a alcançar à escala municipal, interagindo com a escala intermunicipal, servindo-se para o efeito de recursos e experiências anteriores como sejam: As EIAAC-Cávado e o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) de Vila Verde, em concordância com o PNEC2030 e a Lei de Bases do Clima. Foi ainda promovida a articulação entre as partes interessadas, considerando os seguintes setores prioritários:

- i. Agricultura;
- ii. Biodiversidade;
- iii. Economia (indústria, turismo e serviços);
- iv. Energia e segurança energética;
- v. Florestas;
- vi. Saúde humana;
- vii. Segurança de pessoas e bens;
- viii. Mobilidade e comunicações,
- ix. Ordenamento do território;
- x. Gestão dos recursos hídricos.

3.1.2 Etapa 2 - Contextualização climática, projeção e cenarização climática

Os dados climáticos assentam numa base estatística que representa um período mínimo de 30 anos e que fornece informação sobre a evolução e distribuição de intensidade de fenómenos físicos, como temperatura, precipitação e vento.

A caracterização do clima do Cávado realizou-se através da análise da temperatura (máxima, média e mínima), da precipitação (acumulada) e da velocidade do vento (máxima), a partir da análise de diversas variáveis climáticas disponibilizadas no:

- i. SNIRH- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos;
- ii. Portal do Clima – Alterações Climáticas em Portugal - Instituto Português do Mar e da Atmosfera;
- iii. ClimateEu - historical and projected climate data for Europe – CMIP5 Climate Data (Alexander von Humboldt Foundation).

No PMAC-Vila Verde, foram ainda utilizados os dados de temperatura (°C) e precipitação (mm/m²) das estações meteorológicas distribuídas ao longo dos municípios da CIM-Cávado (CIM-Cávado, 2024), (Quadro 3.3).

Quadro 3. 3 - Estações meteorológicas usadas na análise do histórico registado na região da CIM - Cávado

Concelho	Coordenadas	Altitude (m)
Amares Centro Escolar de Caldelas	41°40'04.8"N 8°22'47.1"W	118
Barcelos Escola Básica António Fogaça	41°31'45.8"N 8°37'37.5"W	13
Braga Lomar	41°32'09.0"N 8°25'31.0"W	230
Esposende Av. Eng. Eduardo Oliveira	41°31'35.2"N 8°46'47.7"W	1
Terras de Bouro Escola de Balança	41°42'07.8"N 8°19'05.1"W	340
Terras de Bouro Escola de Balança	41°42'07.8"N 8°19'05.1"W	64
Braga Merelim	41°34'33.1"N 8°27'04.0"W	65

3.1.3 Etapa 3 - Cenarização climática e desafios climáticos

A criação de cenários é usual quando existe uma grande incerteza associada ao resultado final devido à complexidade e quantidade de variáveis a serem ponderadas. O uso destas ferramentas permite visualizar, questionar, analisar e interpretar dados com o objetivo de compreender padrões, relações e tendências de evolução, gerando informação que apoie a tomada de decisão consciente a longo prazo (IPCC-WGII, 2010).

As simulações são uma representação incompleta da realidade por não englobarem todas as escalas temporais e espaciais presentes no sistema climático (EURO-CORDEX, 2016). A tomada de decisão tendo por base, apenas, processos de cenarização, deve ser realizada de forma cautelosa, uma vez que o principal intuito destas é gerar informação quantitativa sobre a evolução das variáveis climáticas e a possibilidade de representação da espacialização das mesmas.

Um dos fatores que mais contribui para a incerteza associada aos modelos climáticos é a evolução da emissão de GEE na atmosfera, uma vez que esta depende intrinsecamente de fatores como, o uso de combustíveis fósseis, o aumento população mundial, a vontade

política, os níveis de desenvolvimento e de evolução da tecnologia, entre outros (IPCC, 2001).

Para uma homogeneização de dados gerados pelos modelos climáticos, encontram-se definidos pela comunidade científica, quatro cenários de evolução da concentração de GEE na atmosfera, denominados de Representative Concentration Pathways (RCP) (Vuuren et al., 2011).

Estes níveis recriam a evolução de emissões de GEE ao longo do tempo levando em conta fatores sociais, ambientais e económicos distintos de múltipla abrangência das variáveis (Quadro 3. 4).

Quadro 3. 4 - Cenários para cada RCP, adaptado de (Wayne & Wayne, 2013)

Cenário		Ação/Efeito
RCP 2.6 Grande vontade política	Reduções ambiciosas de emissões GEE ao longo do tempo.	a) Declínio do uso de combustíveis fósseis; b) baixos consumos energéticos; população mundial de 9 mil milhões em 2100; c) redução das emissões de metano; d) decréscimo das emissões de CO₂ após 2020 (Vuuren et al., 2007).
RCP 4.5 Compromisso moderado	Redução ambiciosa de GEE	a) Baixo consumo energético; b) forte aposta na reflorestação; c) alteração dos padrões de alimentação; d) implementação de políticas climáticas; e) emissões de metano estáveis (Clarke et al., 2006).
RCP 6.0 Baixa vontade política	Aposta em tecnologias e estratégias de redução de emissões GEE	a) Dependência de combustíveis fósseis; b) consumo de energia intenso; aumento de áreas agrícolas e diminuição do uso de pastagens; c) emissões estáveis de metano (Hijioka et al., 2008).
RCP 8.5 Ausência de medidas	Aumento de emissões GEE	a) Triplicação das emissões CO₂ até 2100; b) aumento das emissões de metano; c) população mundial de 12 mil milhões em 2100 e consequente aumento de zonas agrícolas e de pastagem; d) dependência de combustíveis fósseis para dar resposta às necessidades energéticas (Riahi et al., 2007).

O cenário RCP8.5, por estar associado a uma maior emissão de GEE, é o mais gravoso e, como tal, aquele onde as alterações climáticas apresentam maior severidade, em oposição ao cenário RCP2.6 que é uma representação de base idílica, onde uma grande vontade política leva à diminuição das emissões de GEE e à adoção de medidas de adaptação.

Devido ao facto, da concentração atual de CO₂ estar a seguir uma trajetória de evolução bastante superior ao previsto pelo RCP2.6, com uma concentração na atmosfera de 417ppm em 2022, em que o aumento relativamente a 2021 foi de 2,13ppm e mais de 2ppm ao ano, na última década (NOAA, 2022).

Os modelos climáticos são ferramentas computacionais capazes de representar os *feedbacks* entre os diferentes constituintes dos sistemas climáticos (IPCC, 2010) e são distinguidos em modelos globais de clima (GCM), que geram projeções para toda a superfície terrestre, e modelos climáticos regionais (RCM) que geram projeções climáticas à escala regional.

A coleção de projeções GCM e RCM (denominado de modelo *Ensemble*) permite analisar numa única projeção as condições iniciais e as diferentes evoluções do sistema, criando uma maior multiplicidade de cenários considerados, padronizando as incertezas e erros associados (IPCC, 2013).

O espaço temporal das projeções climáticas utilizadas compreende um período passado e três períodos futuros: 2011-2040, 2041-2070, e 2071-2100.

Por forma a facilitar o acesso e interpretação da informação, resultante de processos de modelação, foram analisadas projeções de um modelo *Ensemble* de duas fontes *open source* (Quadro 3.5).

A primeira fonte é o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) que, através da plataforma web Portal do Clima no sítio <http://portaldoclima.pt/pt/>, torna acessível um conjunto de simulações do projeto EURO-CORDEX: *Coordinated Downscaling Experiment – European Domain*, da iniciativa da *World Climate Research Programme*. A informação disponibilizada possibilita a desagregação até ao nível NUTS III e permite o estudo da evolução climática de diversas variáveis para diferentes períodos de tempo e vários índices (ex. índice de seca e índice climático de risco de incêndio).

A segunda fonte de projeções climáticas de acesso livre encontra-se disponível em <http://tinyurl.com/ClimateEU>, disponibilizando informação gerada pelo ClimateEU v4.63 *software package* criado através da metodologia descrita por (Hamann et al., 2020).

Esta fonte é baseada num processo de interpolação *PRISM (Parameter Regression on Independent Slopes Model)*, entre valores climáticos atuais e os modelos climáticos de quinta geração (CMIP5), utilizados na criação das projeções climáticas disponibilizadas pelo IPCC no quinto relatório de avaliação.

Quadro 3. 5 - Modelos e cenarização climática

Modelos e cenarização climática	
Modelos utilizados	Modelo 1: ENSEMBLE, disponibilizado pelo Portal do clima, IPMA - modelo regionalizado a partir de CLMcom-CCLM 4-8-17, DMI-HIRHAM 5, KNMI-RACMO22E, SMHI-RCA4; Modelo 2: ENSEMBLE, disponibilizado pela ClimateEU - Modelo regionalizado a partir da média de 15 modelos: anESM2, ACCESS1.0, IPSL-CM5A-MR, MIROC5, MPI-ESM-LR, CCSM4, HadGEM2-ES, CNRM-CM5, CSIRO Mk 3.6, GFDL-CM3, INM-CM4, MRI-CGCM3, MIROC-ESM, CESM1-CAM5, GISSER2R
Resolução espacial	Modelo 1: grelha de ≈ 20 km Modelo 2: grelha de ≈ 1 km
Formato dos ficheiros	Modelo 1: NetCDF Modelo 2: Raster
Projeções	RCP4.5 e RCP8.5
Espaço temporal analisado	Modelo 1: 200-1970; Modelo 2: 1960-1990 [Presente] 2041-2070 (meio do século) [2050]; 2071-2100 (final do século)

Para as diversas variáveis climática foram calculadas médias mensais, sazonais e anuais, assim como alguns indicadores relativos (Quadro 3.6).

Quadro 3. 6 - Análise de parâmetros, indicadores e índices climáticos

Variáveis	Parâmetros, indicadores e índices
Temperatura	Temperaturas médias, mínimas e máximas anuais e sazonais, na relação com as amplitudes e anomalias expectáveis para os diferentes cenários e datas, incluindo a probabilidade de ocorrência de geada, ondas de frio e calor na relação com o somatório/absorção de graus-dia com uma temperatura inferior a 0°C e superior a 18 e 35°C. Neste ponto analisam-se ainda o número de dias muito quentes ($\leq 35^{\circ}\text{C}$) e o número de noites tropicais ($\leq 20^{\circ}\text{C}$)
Precipitação	Precipitação média, mínima e máxima anual e sazonal (em particular os eventos extremos) associada a formas de precipitação, neve e humidade relativa do ar
Radiação	Radiação solar na relação com os restantes parâmetros e os índices de referência, a evapotranspiração associada ao défice de humidade e ao índice de seca
Vento	Alterações da intensidade, velocidade e direção do vento a diferentes alturas (10 e 30m), associadas ao clima e influência sobre aspetos como tempestades e produção de energia

3.2 Fase II - Avaliação de impactes e vulnerabilidades

A fase 2 identifica os impactes, vulnerabilidades e a capacidade adaptativa.

3.2.1 Etapa 4 - Identificação de impactes climáticos

A identificação de impactes climáticos foi realizada tendo por base dois aspetos:

- o levantamento de eventos climáticos e ocorrências desencadeadas registadas por órgãos de comunicação social nacionais ou entidades municipais e nacionais, por forma a identificar os principais impactes que atingiram o concelho na última década e a análise de variáveis climáticas, resultantes de projeções, a fim de identificar e quantificar alterações mensais, sazonais e anuais;
- os padrões médios de temperatura (mínima, média e máxima), na precipitação (acumulada), na velocidade do vento (máxima) e indicadores de eventos extremos através da identificação dos principais impactes causados por fenómenos meteorológicos para o Cávado, bem como as ameaças e oportunidades que implicam o desenvolvimento de um perfil de impactes climáticos locais (Dias et al., 2016) (Quadro 3.7).

Quadro 3. 7 - Identificação de impactes

	Impactes
01	Eventos climáticos (diretos e indiretos) que possam afetar a região, com base nas projeções climáticas
02	Descrição dos principais impactes das alterações climáticas tanto em termos de impactes negativos (ameaças), como positivos (oportunidades)
03	Levantamento e avaliação dos riscos climáticos, bem como a sua propensão de agravamento ou desagravamento
04	Identificação dos riscos não climáticos e respetiva relação com riscos climáticos
05	Incertezas associadas às projeções climáticas (cenários climáticos) e a sua influência na tomada de decisão na adaptação

O Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil do distrito de Braga (PDEPC, 2016) na relação com os Planos Municipais de Emergência e Proteção Civil identificam os riscos possíveis na região que se relacionam com os riscos naturais, tecnológicos e mistos onde se incluem a meteorologia, a hidrologia e a geodinâmica interna e externa (Quadro 3. 8).

Quadro 3. 8 - Riscos naturais, tecnológicos e mistos

	Designação	Ocorrência
Riscos Naturais	Meteorologia adversa	Furacões, nevões, ondas de calor, vagas de frio e seca
	Hidrologia	Inundações e galgamentos dos rios e ribeiras
	Geodinâmica interna	Sismos
	Geodinâmica externa	Movimentos de massa em vertentes
Riscos Tecnológicos	Acidentes graves de transporte	Rodoviários, aéreos e transporte terrestre de mercadorias perigosas
	Infraestruturas	Acidentes em infraestruturas, incêndios urbanos e colapso de pontes e infraestruturas
	Indústria e comercio	Afetação da atividade industrial e comercial, derrame de substâncias perigosas, colapso de edifícios
Riscos Mistos	Atmosféricos	Incêndios florestais
	Estruturais	Rutura de condutas e reservatórios de água

O levantamento das principais ocorrências registadas na CIM - Cávado foi feito com recurso às fontes seguintes:

- i. Sistema de aquisição e monitorização das vulnerabilidades da NUT III Cávado às alterações climáticas (CIM-Cávado, 2024);
- ii. IPMA – Boletim anual (IPMA, 2023a);
- iii. Plano de Gestão dos riscos de Inundação RH2 (IPMA, 2023b);
- iv. EM-DAT – Global Database For Comprehensive Disaster data (EM-DAT, 2023);
- v. FIRMS - Fire Information for resource management system (FIRMS, 2023)

A análise das ocorrências registadas resultou do estudo dos registos que cobrem riscos naturais, mistos e tecnológicos. Contudo, é relevante considerar o carácter evolutivo dos fatores climáticos, uma vez que podem agravar condições de exposição e sensibilidade a eventos climáticos extremos com o decorrer do tempo. A comparação entre o clima passado e o projetado permite identificar potenciais impactes, diretos e indiretos, bem como oportunidades para cada um dos sectores prioritários descritos no PNEC2030.

O grau de impacte causado pelas alterações climáticas depende do nível de adaptação existente no território e a resiliência do território está intrinsecamente ligada aos recursos humanos qualificados e financeiros do mesmo, infraestruturas presentes, nível de conhecimento e consciencialização dos problemas, desenvolvimento tecnológico, qualidade de nível de aplicação dos instrumentos de gestão territorial (Dias et al, 2016). Os serviços públicos e privados de uma região, que prestam serviço de resposta aos impactes causados pelas Alterações Climáticas contribuem de forma ativa para a capacidade de resiliência do território e devem participar no processo de planeamento e ação, uma vez que detêm conhecimentos e dados de valor para um plano de intervenção local. É ainda relevante a comunicação e atuação conjunta entre e entidades como:

- i. Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil;
- ii. Câmaras Municipais;
- iii. Serviços Municipais de Proteção Civil;
- iv. Corporações de Bombeiros;
- v. Forças de segurança (PSP e GNR);
- vi. Juntas de Freguesia;
- vii. Associações de moradores, entre outros.

3.2.2 Etapa 5 - Vulnerabilidades e capacidade adaptativa

A vulnerabilidade consiste na predisposição que determinado sistema tem para sofrer impactos negativos e tem em linha de conta o grau de:

- i. exposição;
- ii. suscetibilidade;
- iii. severidade;
- iv. capacidade para lidar com as adversidades;
- v. capacidade de adaptação.

De todos os componentes que a caracterizam, a exposição é o único diretamente ligado aos parâmetros climáticos, ou seja, à magnitude do evento, às suas características e à variabilidade existente nas diferentes ocorrências.

Os fatores de exposição incluem temperatura, precipitação, evapotranspiração e balanço hidrológico, bem como os eventos extremos associados, nomeadamente chuva intensa ou torrencial e secas meteorológicas (Dias et al, 2016).

A ocorrência de modificações nestes fatores poderá aumentar o nível de stress a que o sistema está exposto (Figura 3. 2).

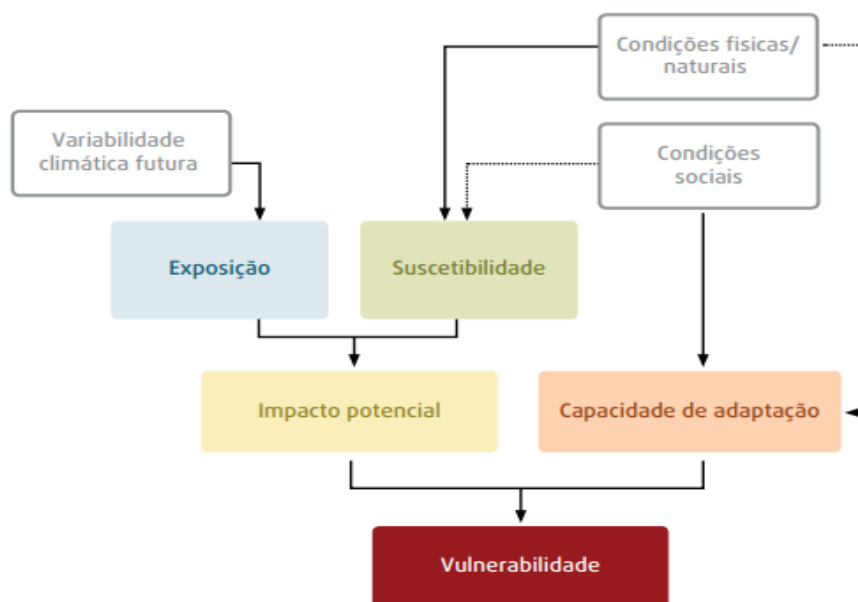


Figura 3. 2 - Esquema do processo de análise de vulnerabilidades (Fonte: adaptado de Fritzsche et al., 2014)

O processo de identificação dos principais impactes para o Cávado apresenta uma oportunidade para a elaboração de uma matriz de risco que sirva de base de apoio à tomada racional de decisões em adaptação.

A avaliação de risco considera a frequência da ocorrência de um evento climático e a magnitude dos impactes diretos e indiretos. Para o efeito, foi avaliada entre '1' (baixa frequência) e '3' (alta frequência) por forma a caracterizar qualitativamente a frequência de um evento climático associado a um determinado impacte.

Para a magnitude das consequências de cada impacte foi atribuído um valor entre '1' (baixa consequência) e '3' (alta consequência), de forma a ser avaliada qualitativamente a magnitude da consequência dos impactes.

A multiplicação dos fatores origina uma matriz onde os eventos climáticos que ocorrem com maior frequência e que terão consequências mais graves serão considerados impactes de prioridade elevada e de maior risco, e os eventos com baixa frequência e com baixa consequências dos impactes serão considerados impactes de baixa prioridade e de menor risco (Figura 3. 3).

Frequência de ocorrência do evento	Alta	3	6	Maior risco 9 Prioridade elevada
	Média	2	4	6
	Baixa	Menor risco 1 Prioridade baixa	2	3
		Baixa	Média	Alta
		Consequência do impacte		

Figura 3. 3 - Matriz de risco (Fonte: Adaptado de ClimAdaPT.Local, ISBN: 978-989-99084-9-9 (2016))

As vulnerabilidades territoriais encontram-se intrinsecamente ligadas a processos de humanização através de ações de impermeabilização do solo, ocupação de áreas vulneráveis do território, gestão deficiente dos recursos hídricos, abandono dos espaços florestais, e ainda a fatores sociais como rendimento, habilitações literárias e o peso das faixas etárias presentes no território (Santos et al., 2006).

O Programa Nacional para o Ordenamento do Território (PNOT), sintetiza um conjunto de tendências, impactes e vulnerabilidades comuns a nível nacional onde se cruzam as mudanças climáticas com os potenciais impactes (Quadro 3. 9).

No entanto, é provável que os riscos climáticos sofram alterações na sua periodicidade e magnitude ao longo do tempo e que potenciem processos, riscos e mesmo diversos impactes com características não climáticas.

O processo de tomada de decisão deve levar em conta a necessidade de reanálise da matriz de risco (Dias et al., 2016). Assim, é importante proceder ao levantamento e classificação dos riscos e fatores que os potenciem e promovam a troca de dados entre as entidades locais para a criação de bases de dados pertinentes para a avaliação dos diversos riscos identificados (Alonso et al., 2014).

Quadro 3. 9 - Síntese de mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental (Fonte: PNPOT, 2018)

Mudanças ambientais e climáticas para Portugal continental		
Tendências climáticas	Temperatura	Aumento da temperatura média no verão com especial preponderância em regiões de interior e incremento da frequência e intensidade de ondas de calor.
	Precipitação	Diminuição da ocorrência de precipitação durante a Primavera, Verão e Outono e aumento precipitação no Inverno, bem como, de extremos pluviométricos.
	Nível do mar	Nível médio das águas do mar tem subido mais rapidamente nos últimos anos do que nas décadas anteriores. Em Portugal, com base no marégrafo de Cascais, registaram-se subidas do nível médio do mar de 2,1 mm/ano entre 1992 e 2004 e 4,0 mm/ano entre 2005 e 2016.
Impactes	Degradação de recursos ambientais	Alteração da distribuição geográfica e das condições de desenvolvimento de espécies vegetais e animais. O processo de desertificação do solo tenderá a intensificar-se. Em 2030, a gestão da escassez de água e de alimentos (agrícolas e pesca) será um grande desafio. O aprovisionamento alimentar poderá estar comprometido.
	Riscos naturais, tecnológicos e mistos	Mudanças na intensidade e incidência territorial dos riscos associados às cheias e inundações fluviais, galgamentos costeiros, ondas de calor e ocorrência de incêndios, florestais.
	Alterações económicas e sociais	Novos modelos económicos baseados na eficiência, reutilização e circularidade e na economia de baixo carbono, maior pressão sobre a disponibilidade de água, potencial aumento de morbilidade e mortalidade a elas associado as ondas de calor e vagas de frio.
Vulnerabilidades registadas		Maior necessidade de armazenamento e eficiência dos recursos hídricos. Alterações nos regimes de fogo florestal Consequências diversificadas sobre a biodiversidade e a sua gestão. Aumento dos desequilíbrios territoriais no acesso a bens dependentes de recursos naturais e alimentares. Maior consumo energético para manter o conforto térmico em habitações.

3.3 Fase III - Opções de adaptação, integração e gestão

Na fase III foram definidas as opções de adaptação, de integração e de gestão do plano.

3.3.1 Etapa 6 - Definição de medidas de adaptação

Como referido por (Kruse et al., 2014), a capacidade de adaptação e ação climática humana acontece através do planeamento, ordenamento e gestão territorial e representam um conjunto de meios, propósitos (conhecimento e informação, recursos financeiros, humanos e de legitimidade) e práticas que suportam a implementação de atividades globais e específicas de adaptação.

De uma forma global, a adaptação às alterações climáticas poderá ser descrita como sendo:

- i. autónoma (ou espontânea), quando a resposta é desencadeada por mudanças em sistemas naturais e mudanças de mercado ou de bem-estar em sistemas humanos;
- ii. planeada, quando a resposta é deliberada, 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, 2013).

A ação climática assume uma perspetiva mais abrangente centrada na relação de fluxos de massa e energia e da preparação das pessoas, grupos e território mais conscientes, capazes e resilientes.

A adaptação é uma componente essencial da abordagem dos impactes e oportunidades criadas pelas alterações climáticas, provocando mudanças nos sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos e efeitos climáticos (UKCIP, 2007).

A adaptação é ainda vital para reduzir os riscos dos impactes das mudanças climáticas no bem-estar das populações e é um processo de ajustes contínuos em resposta a fatores climáticos e não climáticos em que as alterações dependem da intervenção multinível e envolve a interligação de estratégias de respostas através de:

- i. planos de ação para a resiliência climática;
- ii. aumento da preparação para a contingência;
- iii. aceitação de perdas ou alterações dos padrões da qualidade de vida.

Na elaboração do plano, considerou-se a análise multicritério que avalia a importância e a prioridade das diferentes opções de adaptação, de forma a levar em conta o grau de benefício esperado de cada ação para os seguintes critérios:

- i. padrão elevado, suscetível de gerar benefícios socioeconómicos que excedam os seus custos, independentemente da dimensão das alterações climáticas que se venham a verificar;
- ii. eficiência estimada da ação em que os custos associados são relativamente pequenos e os benefícios podem vir a ser relativamente grandes no caso em que os cenários de alterações climáticas se venham a concretizar;
- iii. ações vantajosas que, para além de servirem como resposta às alterações climáticas, podem também vir a contribuir para outros benefícios sociais, ambientais e económicos.

Estas medidas, que, para além da adaptação, respondem a objetivos relacionados com a mitigação, devendo para o efeito, considerar as necessidades de encontrar um equilíbrio entre, não adaptar (aceitando os custos e consequências) e adaptar para um determinado nível de risco (aceitando os custos de implementação e dos riscos residuais).

Para tal, é necessário promover a consciencialização das populações, instituições e decisores para a dimensão dos riscos inerentes por forma a facilitar a tomada de decisão (Dias et al., 2016).

Ao nível das infraestruturas, a Comissão Europeia no ‘Livro Branco’ (CE, 2009) e a Estratégia Europeia para a Adaptação as Alterações Climáticas (CE, 2021) classificam as medidas de adaptação consoante o tipo de intervenção no sistema em:

- i. **infraestruturas ‘cinzentas’**, intervenções físicas ou de engenharia com o objetivo de tornar edifícios e outras infraestruturas melhor preparados para lidar com eventos extremos e manutenção do conforto e bem-estar humano;
- ii. **infraestruturas ‘verdes’** que contribuem para o aumento da resiliência dos ecossistemas e para objetivos como o de reverter a perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas e o restabelecimento dos ciclos da água;
- iii. **opções ‘não estruturais’** que correspondem ao desenho e implementação de políticas, estratégias e processos que promovam a integração da adaptação no planeamento territorial e urbano, a disseminação de informação, incentivos

económicos e a redução de vulnerabilidades e ainda a sensibilização para a adaptação.

As autoridades locais são os principais agentes na aplicação e monitorização de medidas de adaptação, por regulamentarem o ordenamento do território e por conhecerem melhor as condições naturais e humanas prevalecentes no território (UE, 2007).

Neste enquadramento, quer pela abrangência, pluridisciplinaridade e transversalidade deve proceder-se à atualização do Plano Diretor Municipal (PDM), que pela sua expressão municipal, regula a ocupação e uso do solo e as dinâmicas territoriais, considerando a sua relação com as diretrizes de resposta a catástrofes.

O desenvolvimento de um PMAC é uma oportunidade de adequação para as futuras revisões dos instrumentos de política, planeamento e gestão territorial.

Na elaboração do PMAC do município de Vila Verde foram considerados os conhecimentos vertidos nos seguintes programas, estratégias e planos:

- i. Lei de Bases do Clima;
- ii. Plano Nacional Energia e Clima 2030;
- iii. Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050;
- iv. Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território;
- iv. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas 2020;
- v. Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030;
- vi. Quadro Estratégico para a Política Climática;
- vii. Plano Estratégico Nacional do Turismo;
- viii. Planos de Gestão dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica (RH2);
- ix. Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas 2014-2020;
- x. Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável;
- xi. Pacto para o Desenvolvimento e Coesão Territorial;
- xii. Plano de Ação de Mobilidade Urbana Sustentável;
- xiii. Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade;
- xiv. Programa de Cooperação Territorial Europeia pacto de Autarcas

3.3.2 Etapa 7 - Integração da adaptação no planeamento regional e local

A natureza e a geometria das propostas a realizar consideram diversos exercícios anteriores, nomeadamente, a ENAAC2020 e a EIAAC-Cávado.

A abordagem do ordenamento do território permite evidenciar a sua especificidade e tomá-lo em devida consideração na análise dos efeitos das alterações climáticas, permitindo também, otimizar as respostas de adaptação, evitando formas de uso, ocupação e transformação do solo que acentuem a exposição aos impactes mais significativos, tirando partido das condições de cada local para providenciar soluções mais sustentáveis.

Através da política de desenvolvimento e de ordenamento do território, é possível igualmente conjugar estratégias de mitigação e de adaptação às alterações climáticas, valência que advém também do resultado do procedimento de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) a que o plano territorial de âmbito municipal está sujeito.

Com efeito, esse procedimento vem revelar os domínios e focos de interesse que o plano pode e deve avaliar e ponderar para a sua implementação.

No ordenamento do território podem ser atribuídos seis atributos facilitadores da prossecução da adaptação às alterações climáticas, permitindo:

- i. planear a atuação sobre assuntos de interesse coletivo;
- ii. gerir interesses conflituantes;
- iii. articular várias escalas ao nível territorial, temporal e de governança;
- iv. adotar mecanismos de gestão da incerteza;
- v. atuar com base no repositório de conhecimento;
- vi. definir orientações para o futuro, integrando as atividades de um alargado conjunto de atores.

Globalmente, ao nível do território, para promover o plano de ação às alterações climáticas e intervenção através do ordenamento do território deve ser tido em conta a estratégia, a regulamentação, a operacionalidade e a governança (Quadro 3. 10).

Quadro 3. 10 - Integração da adaptação no Ordenamento do território

Integração da adaptação no Ordenamento do território	
Estratégia	Através da elaboração de cenários de desenvolvimento territorial e sustentável de médio e longo prazo, pelo estabelecimento de novos princípios de uso e ocupação do solo, procedendo a boas práticas e definindo orientações quanto a localizações de edificações e infraestruturas, usos, morfologias e formas de organização territorial
Regulamentação	Estabelecimento de disposições de natureza legal e regulamentar relativas ao uso e ocupação do solo e às formas de edificação e uso de recursos hídricos.
Operacionalidade	Definição da execução das intervenções prioritárias, concebendo os projetos mais adequados à exposição e sensibilidade territorial com base no quadro de investimentos públicos de qualificação, valorização e de proteção territorial
Governança territorial	Através da mobilização e estímulo para a participação dos serviços relevantes da administração local, regional e central, com a participação da sociedade civil e cidadãos em geral, articulando conhecimentos, experiências e a coordenação de diferentes políticas e consciencialização e capacitação de técnicos e decisores

3.3.3 Etapa 8 - Definição dos modelos de gestão, monitorização e comunicação

Uma governança interativa é fundamental para a tomada de decisão e implementação de medidas por forma a promover o envolvimento de uma pluralidade de decisores locais, conciliar objetivos comuns pela mobilização, troca e implementação de ideias, regras e recursos (Mees & Driessen, 2018).

As medidas de ação climática devem ainda considerar aspetos temporais, relativos à sua implementação, propósito e agentes responsáveis pela implementação e monitorização (Dias et al., 2016).

A organização das opções e medidas de ação climática, quer de mitigação, quer de adaptação seguem a metodologia descrita no Guia Metodológico para Adaptação para as Alterações Climáticas, estando dividida em cinco Eixos (Quadro 3. 11), a saber:

Quadro 3. 11 - Eixos de Adaptação

Eixos de Adaptação		Medidas
Eixo I	Investigação e conhecimento, que inclui opções e medidas que pretendem colmatar lacunas e insuficiências de informação e conhecimento associadas à mudança climática, no contexto territorial do Cávado.	Ação concreta e mensurável utilizada para alcançar os objetivos delineados pela estratégia, operacionalizando as opções no tempo e no espaço, cuidadosamente dimensionadas, definidas e executadas de acordo com o conhecimento e recursos disponíveis.
Eixo II	Medidas e ações de intervenção, que integram um vasto leque de propostas de ação climática incidentes sobre os impactes, vulnerabilidades e riscos prioritários	
Eixo III	Observação e monitorização de sistemas de apoio à decisão, com definição de medidas referentes à monitorização e implementação de sistemas de governança.	
Eixo IV	Organização, sensibilização e capacitação dos agentes sociais e económicos, em particular da sociedade civil, dos decisores e dos agentes de proteção civil.	
Eixo V	Cooperação intermunicipal que integra medidas de promoção e melhoria, num Quadro de ação climática.	

O processo de avaliação das medidas de adaptação realiza-se com base numa análise multicritério, avaliando todas as medidas mediante o nível de eficácia e nível de incerteza associado ao seu desenvolvimento e vantagens geradas pela mesma (Dias et al., 2016) Pelo que, a eficácia da governança comporta diferentes níveis e atores (Quadro 3. 12).

Quadro 3. 12 - Governança integrada e multinível do plano

Governança integrada e multinível do plano	
Tomadores do plano	Definição, responsabilização e atribuição de condições para início das ações.
Execução e responsabilidade partilhada	Consideração de aspetos de autoridade, legitimidade e meios legais, técnicos e financeiros para a execução.
Garantia de execução	Estabelecimento de parcerias e contratos de execução.
Responsabilização	Pelo cumprimento dos contratos entre as partes interessadas.
Observação e monitorização	Implementação de procedimentos de monitorização da execução, dos impactes e resultados.
Revisão/ajustamento do plano	Nas fases de implementação e de acordo com os ciclos de investimento públicos e privado.

4. PMAC DO MUNICÍPIO DE VILAVERDE – ENQUADRAMENTO, CONTEXTUALIZAÇÃO E OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO

4.1 Fase I - Enquadramento, caracterização e diagnóstico

4.1.1 Localização e enquadramento geográfico do concelho de Vila Verde

Vila Verde é um concelho do distrito de Braga e confina com os municípios de Ponte da Barca, a norte, Terras de Bouro e Amares, a nascente, Ponte de Lima e Barcelos, a poente, Braga, a sul. Localizado no NUTS III Cávado, a sua localização geográfica assume uma importância estratégica pela proximidade à capital de distrito. As várias Estradas Nacionais que atravessam o concelho estabelecem ligações privilegiadas com as autoestradas nº3 nº7 e nº11 (A3, A7e A11) e com o transporte ferroviário a partir de Braga.

O concelho de Vila Verde tem uma área de 228.7 km², distribuída, administrativamente, por 33 freguesias e uniões de freguesias (COS 2018) (Figura 4. 1).

A localização está integrada numa topografia irregular ao combinar espaços de montanha interior, vales e várzeas nas margens dos rios Vade, Neiva, Homem e Cávado.

A diversidade de condições biogeográficas torna o território vulnerável aos diversos riscos e influencia a capacidade de adaptação às alterações climáticas.

Na distribuição da população, ao longo do concelho, sobressaem a grande dispersão dos espaços construídos, onde se percecionam dois sistemas urbanos contínuos: o sistema urbano do sul do concelho e o sistema urbano do norte do concelho.

Assim, o concelho de Vila Verde é caracterizado por duas dimensões populacionais: uma relacionada com os espaços urbanos com grande concentração populacional, atividade empresarial e serviços e outra, relacionada com os espaços rurais, onde predominam espaços florestais e agrícolas.

No entanto, o território preserva as suas características rurais e potencial turístico, devido à diversidade de paisagens e ao valioso património edificado: santuários, igrejas, casas solares e casas de lavoura.

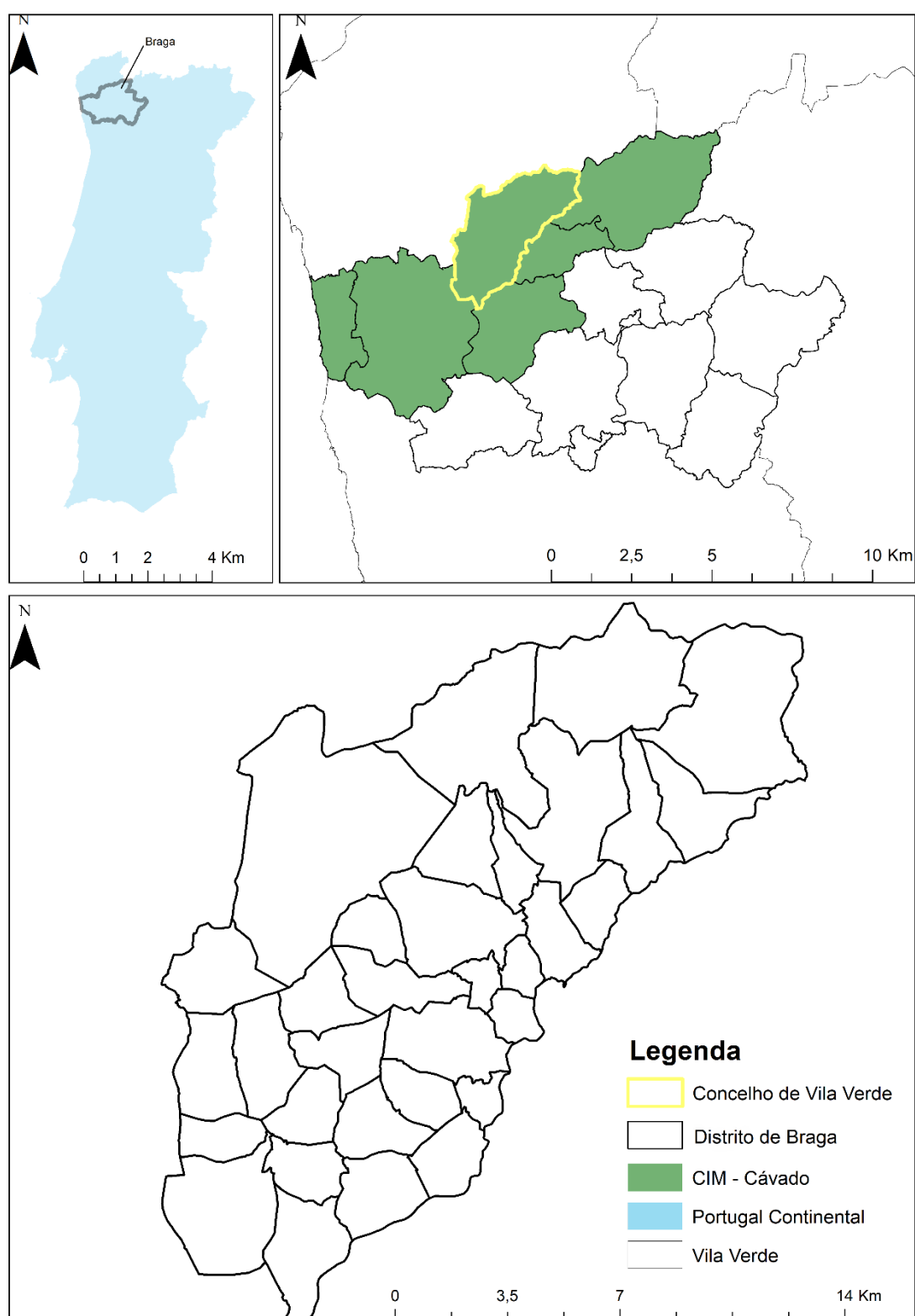


Figura 4. 1 - Enquadramento geográfico de Vila Verde

4.1.2 Caracterização das condições naturais

O Concelho de Vila Verde revela uma topografia irregular com relevos acentuados nos vales do Rio Vade e Homem, zonas de planalto de montanha e várzeas nas margens dos rios Neiva, Homem e Cávado que se estendem ao longo das ribeiras afluentes.

A topografia permite assim a diferenciação de três grandes unidades: zonas de vale, zonas de altitude e montanha e zonas de várzea.

As zonas de várzea e aluvionar são o setor mais aplanado com altitude inferior a 200 m e as classes hipsométricas com valores superiores a 200m, encontram-se apenas na zona norte do concelho.

Ao nível do declive, a região é heterogénea, existem zonas com declive suave, declive moderado. No entanto, há também algumas zonas de montanha com declive muito elevado ou ingreme (Figura 4. 2).

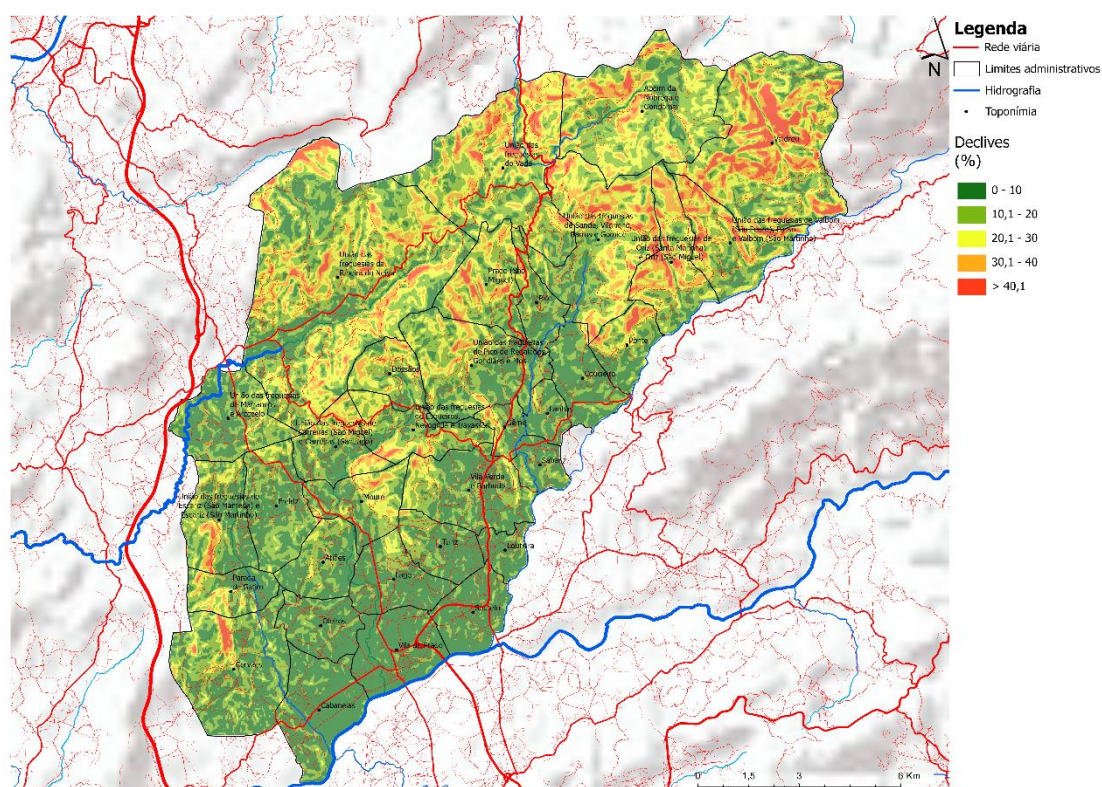


Figura 4. 2 - Mapa de declives

4.1.3 Dinâmicas populacionais e demográficas

O concelho de Vila verde tem uma área total de 228.7 km², distribuída administrativamente por 33 freguesias e uniões de freguesias e 46444 habitantes, com uma densidade populacional de 203 habitantes/km², dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) de 2021.

Da análise da distribuição da população, constata-se que ocorreu uma diminuição de 1144 habitantes (3,02%) entre os censos de 2011 e 2021, em que, a redução se verificou nos escalões etários até aos 39 anos, sendo que a partir dos 40 anos, a população teve aumentos que variaram com o aumento da idade, entre 18,4% e 23%, o que demonstra claramente o envelhecimento da população.

Para efeitos de tratamento de dados e mapeamento, para os censos de 2011, foi considerada a nova divisão administrativa, pelo que, as freguesias agrupadas, incorporam as uniões de freguesias (Figura 4. 3) e (Quadro 4. 1).

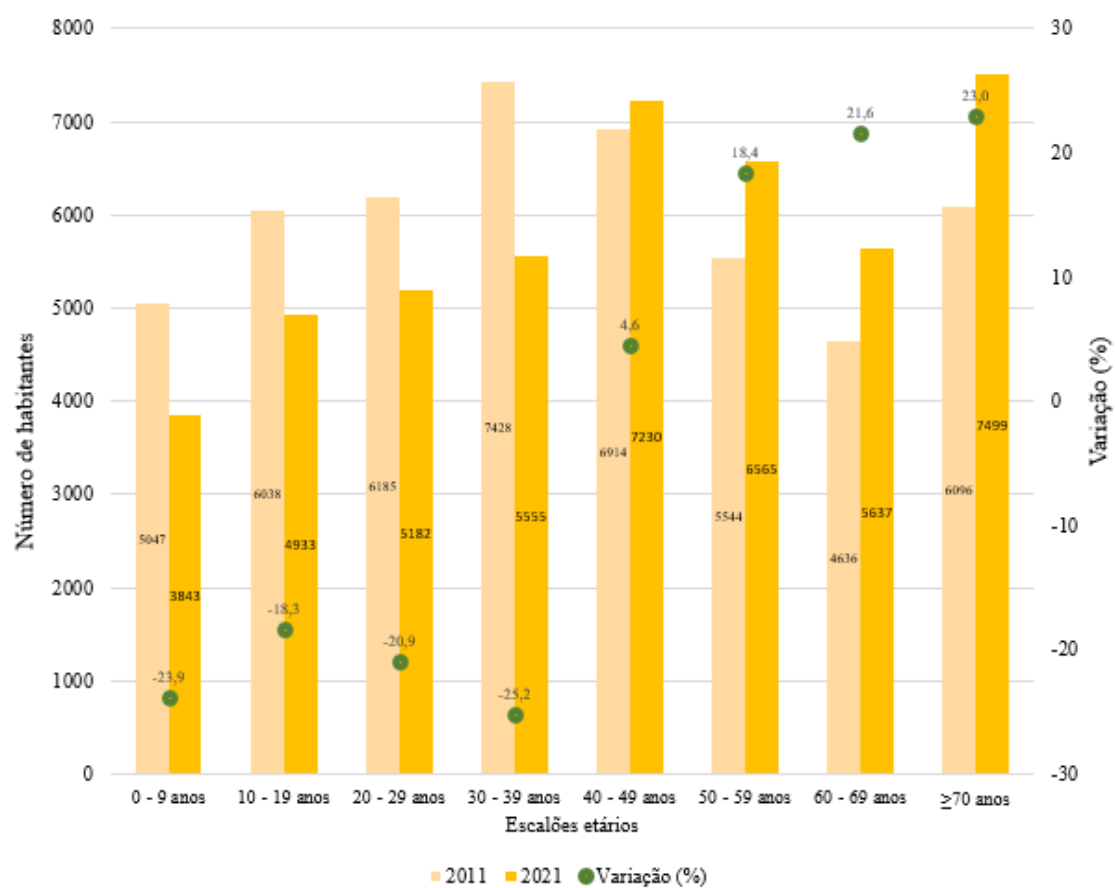


Figura 4. 3 - Distribuição da população por escalões etários

Quadro 4. 1 - População do concelho de Vila Verde (censos 2011 e 2021)

População do concelho de Vila Verde				
	2011	2021	Variação	Variação (%)
Aboim da Nóbrega e Gondomar	1058	902	-156	-14,74
Atiães	520	547	27	5,19
Cabanelas	2102	1973	-129	-6,14
Cervães	1981	1856	-125	-6,31
Coucheiro	531	526	-5	-0,94
Dossãos	500	424	-76	-15,20
Freiriz	1099	1056	-43	-3,91
Gême	551	521	-30	-5,44
Lage	2895	3054	159	5,49
Lanhas	581	654	73	12,56
Loureira	1152	1104	-48	-4,17
Moure	1421	1378	-43	-3,03
Oleiros	1169	1189	20	1,71
Parada de Gatim	793	707	-86	-10,84
Pico	610	516	-94	-15,41
Ponte São Vicente	483	452	-31	-6,42
Prado (São Miguel)	717	653	-64	-8,93
Sabariz	443	448	5	1,13
Soutelo	2102	2124	22	1,05
Turiz	1746	1866	120	6,87
U F da Ribeira do Neiva	3807	3360	-447	-11,74
U F Carreiras (S. Miguel) e Carreiras (Santiago)	930	832	-98	-10,54
U F Escariz (S. Mamede) e Escariz (S. Martinho)	749	744	-5	-0,67
U F Esqueiros, Nevogilde e Travassós	1035	922	-113	-10,92
U F Marrancos e Arcozelo	909	823	-86	-9,46
U F Oriz (S. Marinha) e Oriz (S. Miguel)	571	509	-62	-10,86
U F Pico de Regalados, Gondães e Mós	1515	1553	38	2,51
U F Sande, Vilarinho, Barros e Gomide	1564	1411	-153	-9,78
U F Valbom (S. Pedro), Passô e Valbom (S. Martinho)	642	595	-47	-7,32
U F do Vade	1677	1453	-224	-13,36
Valdreu	516	434	-82	-15,89
Vila de Prado	4472	4482	10	0,22
Vila Verde e Barbudo	7047	7376	329	4,67
	47888	46444	-1444	-3,02

No concelho de Vila verde a maior densidade populacional verifica-se particularmente na zona sul do concelho, com um prolongamento pelas freguesias em redor da sede do Município. Estes níveis de maior densidade populacional prolongam-se ao longo das EM 101(Soutelo-Vade), EM 201(Vila de Prado-Ribeira do Neiva) e EM 205 (Soutelo-Barcelos).

Ao inverso, as freguesias de menor densidade populacional são a Norte do concelho (zona noroeste da Ribeira do Neiva a Valdreu), em boa parte, devido a ser uma área de montanha e de valências de mobilidade reduzidas (Figura 4.4) e (Figura 4.5).

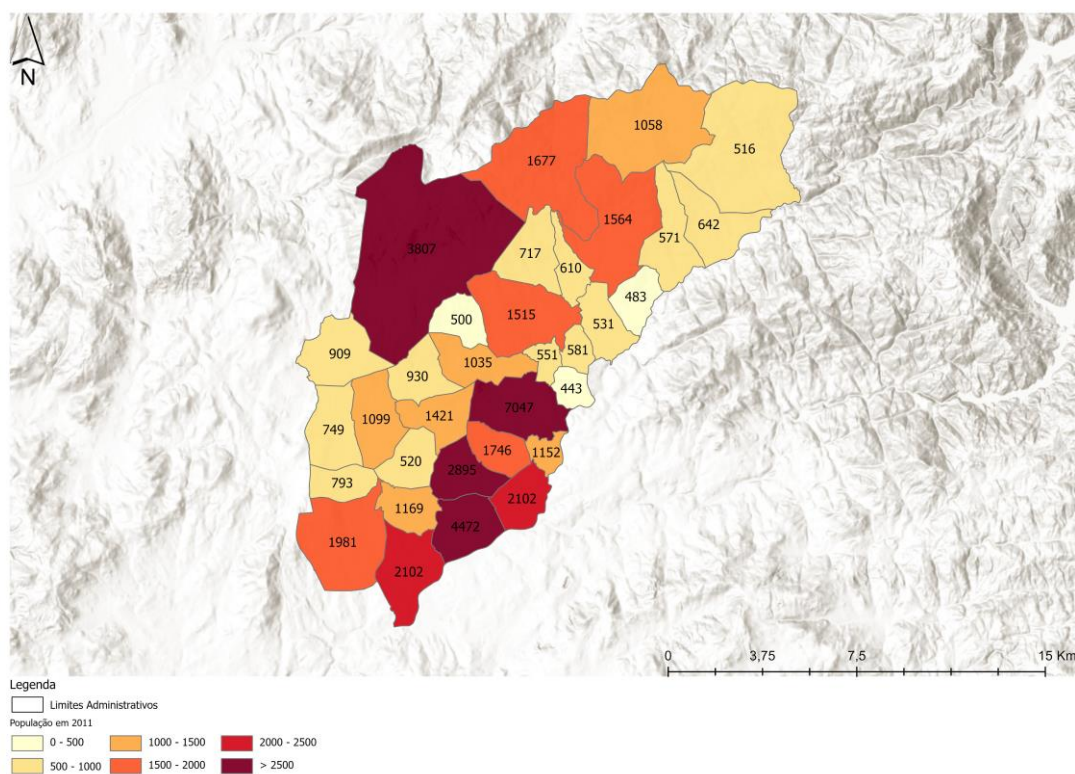


Figura 4. 4 - Distribuição da população por freguesias em 2011

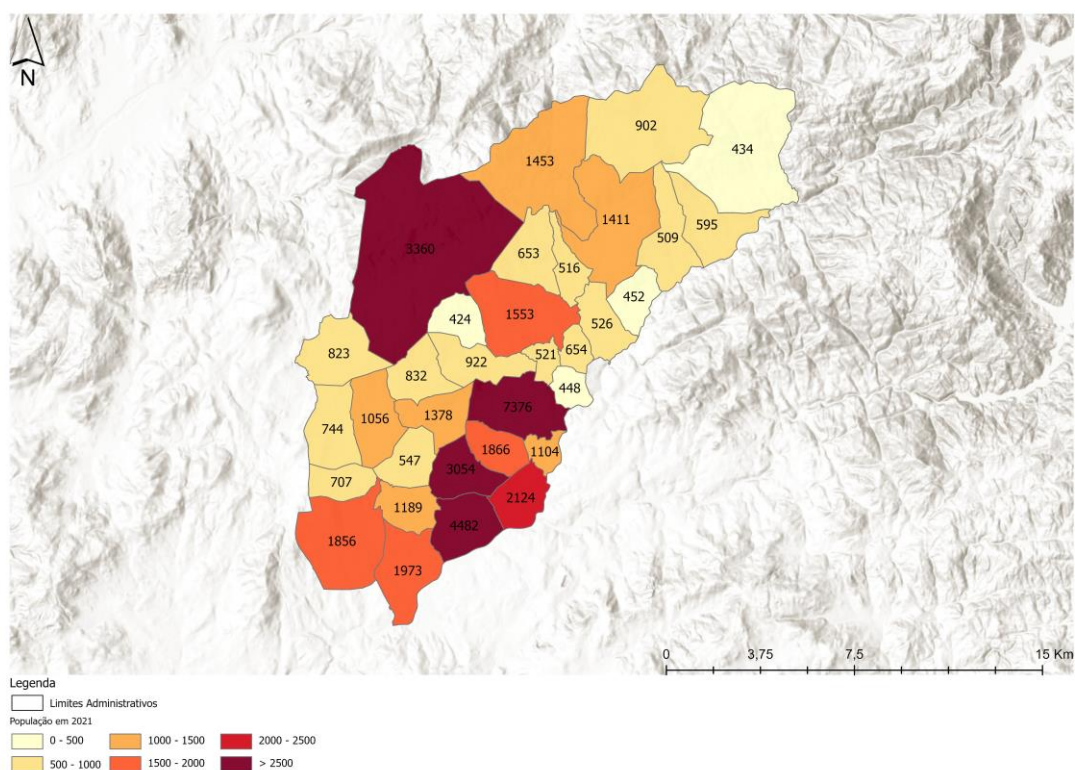


Figura 4. 5 - Distribuição da população por freguesias em 2021

4.1.4 Os recursos naturais e o património humano

O concelho de Vila verde apresenta algumas áreas de relevo de maior declive, especialmente na parte norte e noroeste e é caracterizado por colinas suaves e vales, com algumas elevações mais pronunciadas. No entanto, não é uma área de montanhas abruptas ou cadeias montanhosas significativas.

Em geral, é uma zona rural, com paisagens verdes e uma topografia variada e altitude máxima de 773 metros. São evidentes alguns contrastes ao nível da paisagem, quer pela natureza do seu relevo, quer pela ocupação agrícola e florestal e condicionada por redes hidrográficas da bacia do Rio Lima e Rio Cávado (RH2).

As zonas de menor altitude situam-se na zona sul do concelho, nos vales dos Rios Neiva, Homem e Cávado, de que fazem parte grandes várzeas com excelentes condições para a agricultura.

Em termos de fixação da população é possível distinguir um povoamento de carácter disperso formado por construções unifamiliares e um aglomerado do tipo concentrado que se desenvolve marginalmente às vias rodoviárias.

4.1.5 Ocupação e uso do solo

A ocupação do solo é muito diversificada, caracterizada por incorporar áreas urbanas, áreas rurais e áreas naturais, o que reflete uma mistura de atividades agrícolas, preservação florestal e ambiental, áreas urbanas e infraestruturas empresariais.

A sede do concelho é a principal área urbana e centro de serviços da administração pública. No entanto, é de referir a existência de vários locais serviços de apoio ao cidadão, em particular no âmbito de serviços de correio, espaço cidadão, centros de saúde e centros de acolhimento sénior.

Ao nível rural, a agricultura desempenha um papel significativo na economia local, e é caracterizada pela existência de várias quintas, campos agrícolas e áreas de pastagem.

A ocupação do solo no concelho de Vila Verde reflete as interações entre o mundo rural com as infraestruturas habitacionais, de serviços e empresariais (Figura 4. 6).

4.1.7 Caracterização meteorológica e climática – Projeções e cenários climáticos

Na NUT III Cávado, o clima é predominantemente influenciado pela orografia e a proximidade do Oceano Atlântico.

Algumas variáveis climáticas, como a precipitação e temperatura, apresentam gradientes oeste-este, e variabilidade sazonal acentuada. A análise de dados para a última década mostra a temperatura média anual a variar entre 14,2°C e 16,2°C e com um desvio face à normal 1971-2000 de 1°C para a média, 1,2°C para a mínima e 0,8 para a máxima.

Esta diferença está relacionada com a proximidade do mar, a variação do ângulo de incidência dos raios solares e pela variação da massa atmosférica que atravessa a região (Figura 4. 7).

A precipitação na região do Cávado apresenta uma distribuição irregular, com valor médio na última década de 1386,8mm e um desvio face à normal 1970-2000 de 100,3. A precipitação média anual tem os valores mais baixos nos concelhos de Esposende, Barcelos e Braga e os valores mais altos nos concelhos de Amares Terras de Bouro e Vila verde.

As alterações climáticas manifestam-se, principalmente, nos valores médios de temperatura e na frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos, tais como ondas de calor, secas e precipitação intensa em períodos curtos.

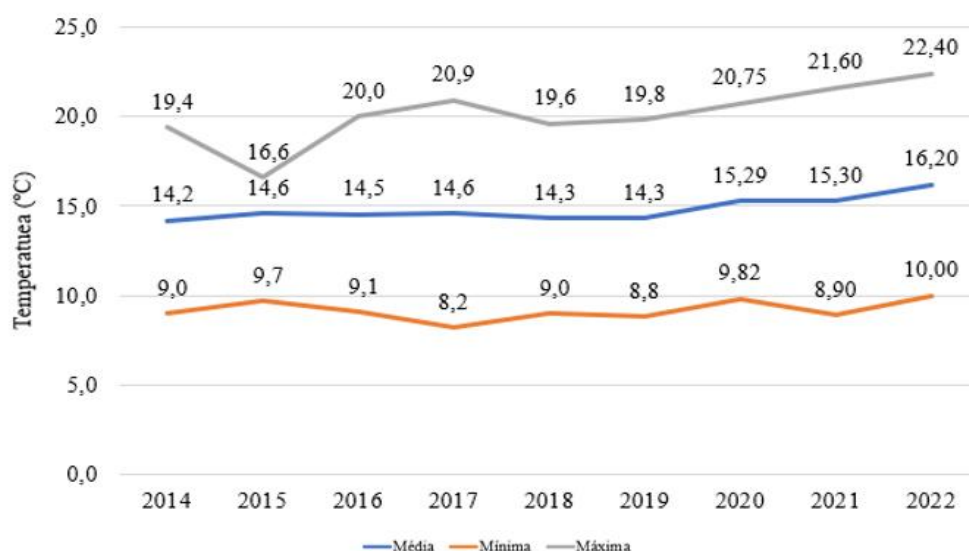


Figura 4. 7 - Temperatura média registada de 2014 a 2022. Fonte: INE, 2019 ISSN 0871-911-x. ISBN 978-989-25

4.1.8 Cenarização da temperatura

A temperatura média anual para o período 2011-2040 apresenta uma subida de 11,5°C para 13,3°C.

Nas projeções para o cenário RCP4.5, no período 2041-70 aumenta para 13,3°C e 13,7°C e no período de 2071-100. Para o cenário RCP8.5, no período 2041-70 aumenta para 14,0°C e 15,4°C no período de 2071-100.

Globalmente, verifica-se uma tendência de aumento da temperatura de aproximadamente 2,2°C para RCP4,5 e 3,9°C para RCP8.5, até ao final do século (Figura 4. 8).

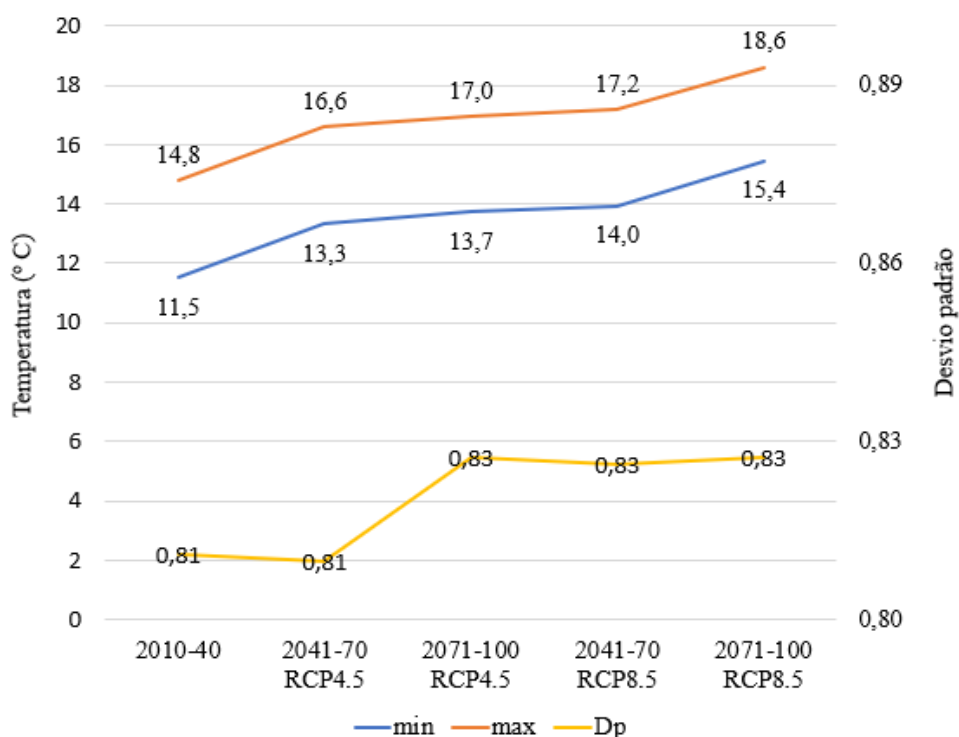


Figura 4. 8 - Projeção das variações da temperatura

Ao nível dos valores máximos e mínimos de temperatura, verifica-se ainda um decréscimo da temperatura média no mês mais frio e subida da temperatura média do mês mais quente (Figura 4. 9).

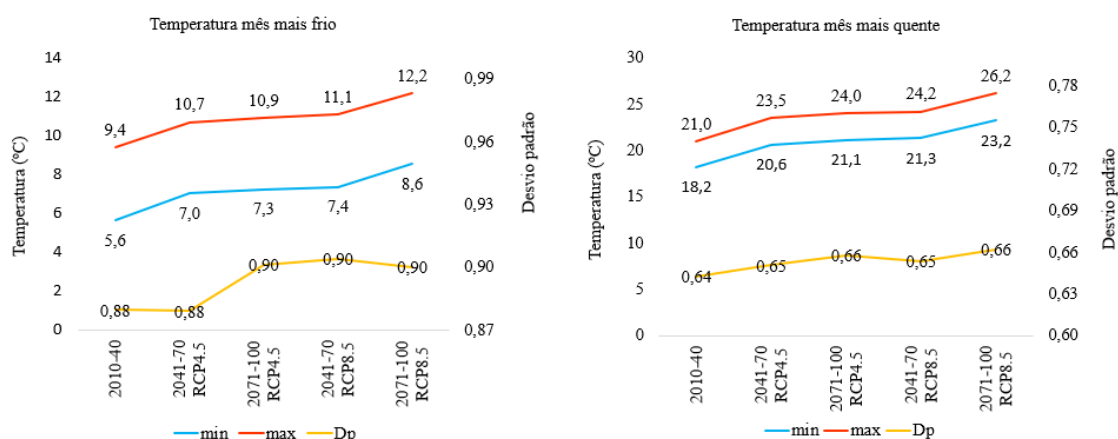


Figura 4. 9 - Projeção das variações de extremos de temperatura

É de registar ainda o decréscimo do número de dias de temperatura inferior a 0°C e aumento do número de dias com temperatura superior a 18°C (Figura 4. 10).

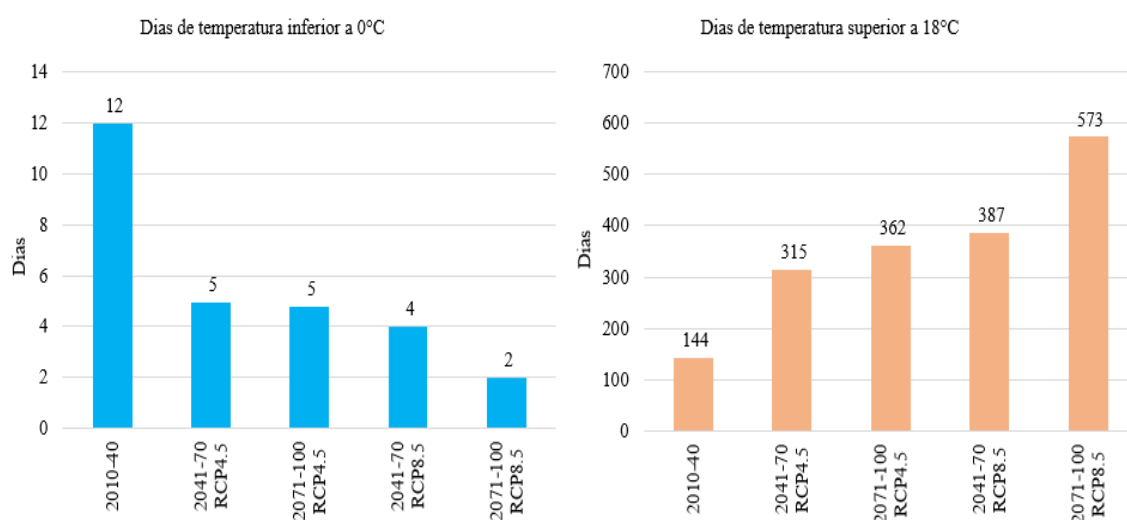


Figura 4. 10 - Projeção das variações de temperatura inferior a 0°C e superior a 18°C

De acordo com as projeções efetuadas, até ao final do século, existe uma tendência de subida da temperatura média com maior aumento a sudoeste do concelho e nas zonas de menores altitudes (Figura 4. 11), (Figura 4. 12) e (Figura 4. 13).

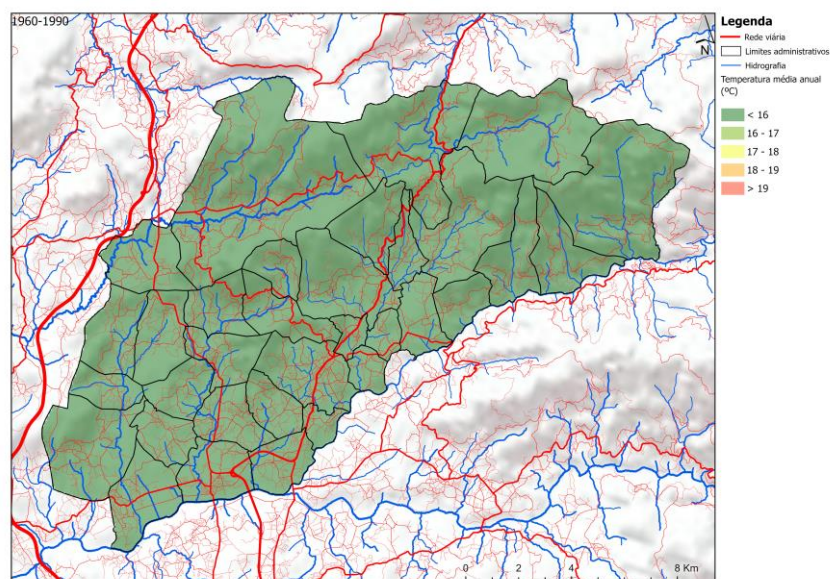


Figura 4. 11 - Temperatura média de 1960-1990

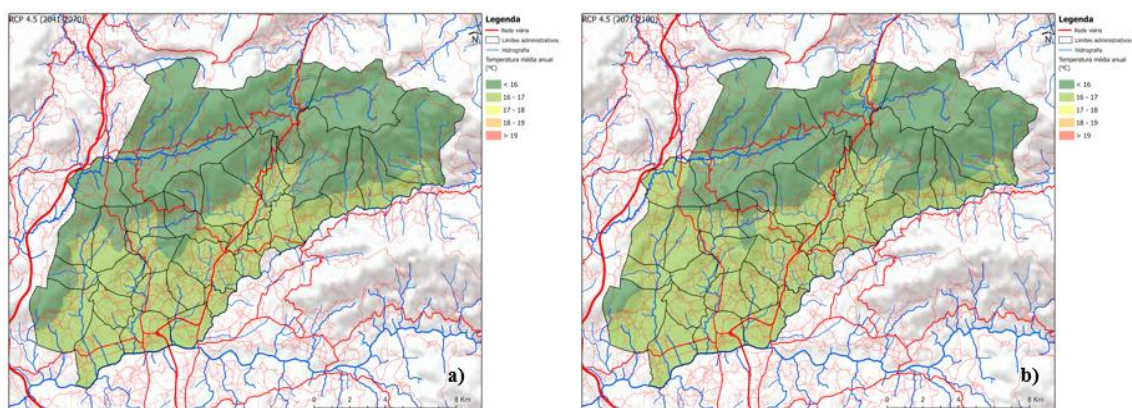


Figura 4. 12 - Projeção espacial da temperatura para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

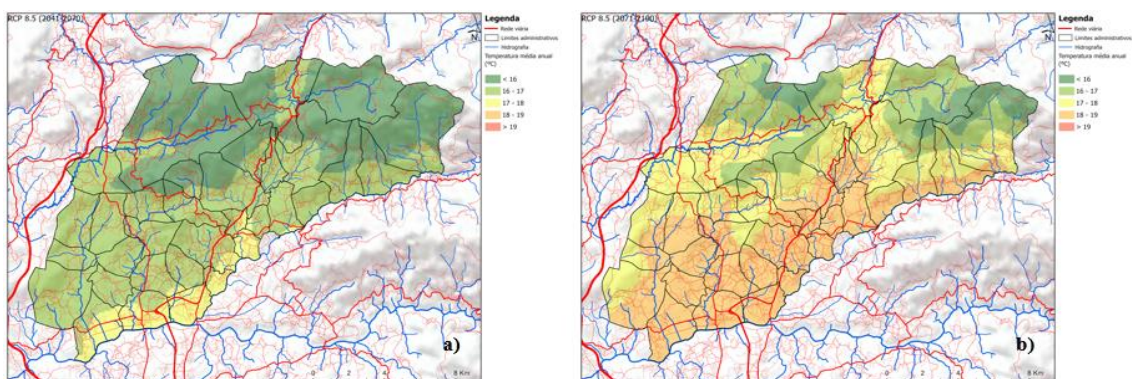


Figura 4. 13 - Projeção espacial da temperatura para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

4.1.9 Cenarização da amplitude térmica

A amplitude térmica média para o período 2011-2040 apresenta uma subida de 11,0°C para 12,1°C das mínimas e de 12,8°C para 13,9°C das máximas.

As projeções para o cenário RCP4.5 no período 2041-70, a média da amplitude térmica das mínimas aumenta de 12,1°C para 12,4°C e das máximas de 13,9°C para 14,2°C. Para o cenário RCP8.5 no período 2041-70 mantem-se em 12,40°C para as mínimas e aumenta de 12,4°C para 13,1°C para as máximas e no período de 2071-100 a amplitude aumenta de 14,3°C para 15,1°C para as máximas. Globalmente, verifica-se uma tendência de aumento da amplitude térmica de aproximadamente 2,1°C para RCP4,5 e 2,3°C para RCP8,5, até ao final do século (Figura 4. 14).

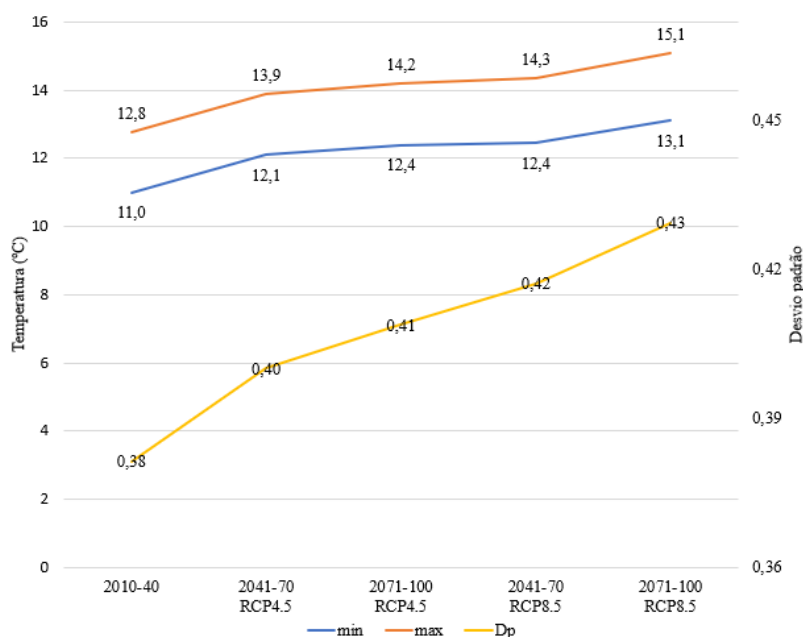


Figura 4. 14 - Projeção da amplitude térmica

Os dados e projeções demonstram uma subida da amplitude térmica, com maior aumento a nordeste e zonas de maior altitude do concelho (Figura 4. 15), (Figura 4. 16) e (Figura 4. 17).

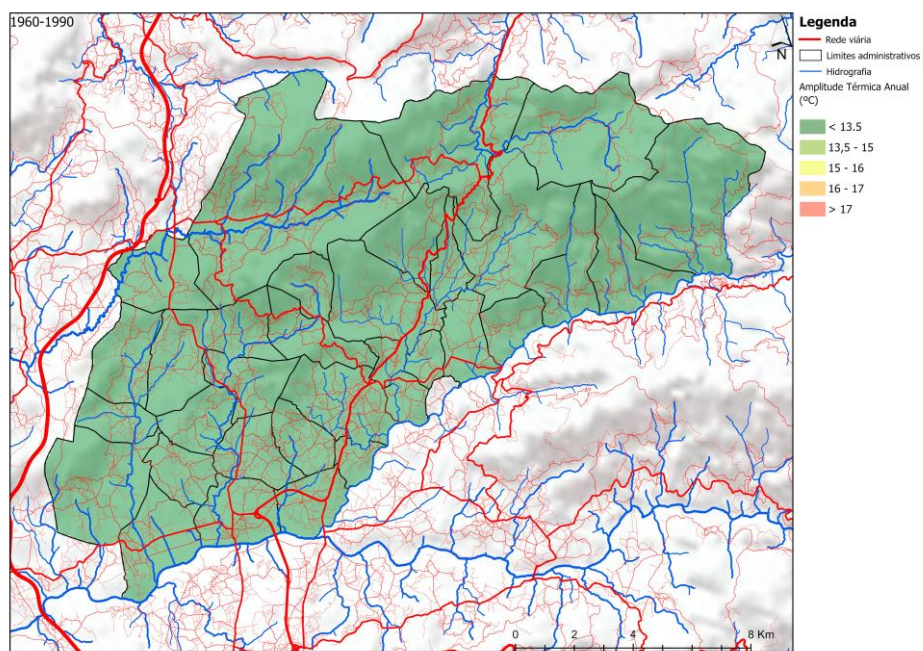


Figura 4. 15 - Amplitude térmica de 1960-1990

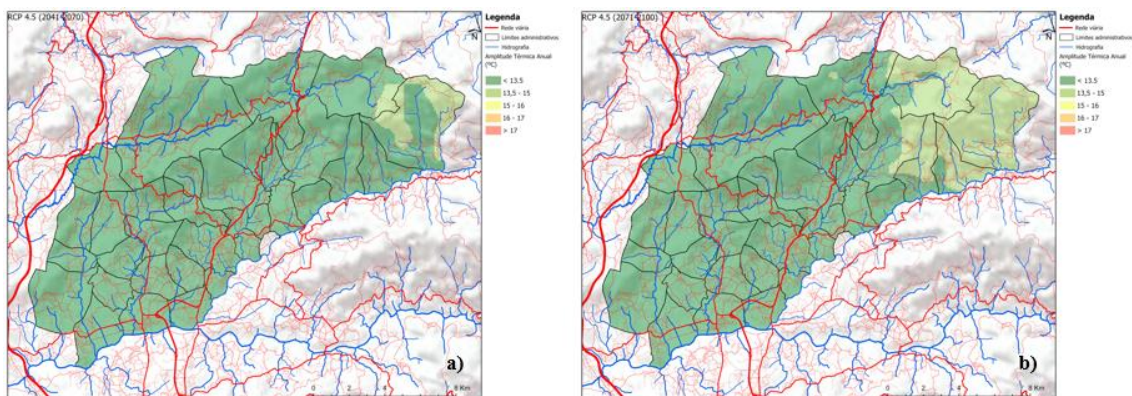


Figura 4. 16 - Projeção espacial da amplitude térmica para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

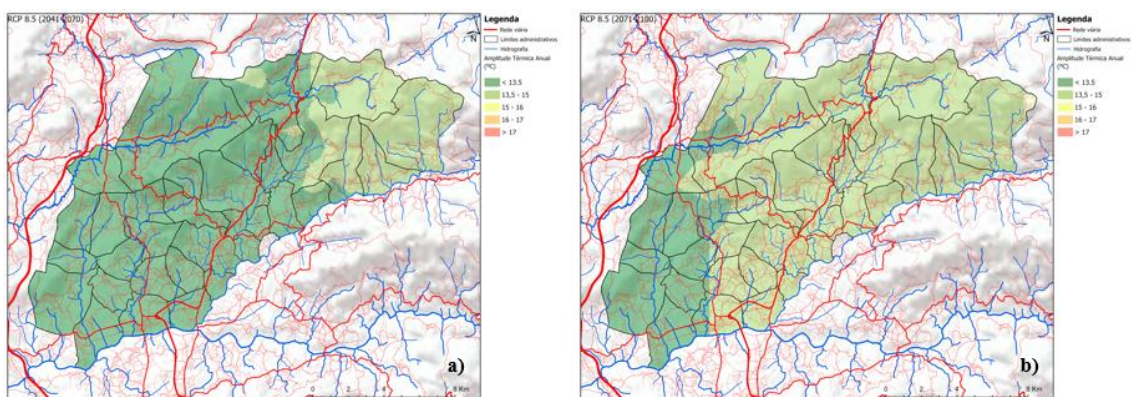


Figura 4. 17 - Projeção espacial da amplitude térmica para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

4.1.10 Cenarização da evapotranspiração

A variação da evapotranspiração é caracterizada pelo aumento até ao final do século, tanto para o cenário RCP4.5 como RCP8.5. Globalmente, verifica-se uma tendência de aumento da evapotranspiração de 10% para o cenário RCP4.5 e um aumento de 16% para RCP8.5, até ao final do século (Figura 4. 18).

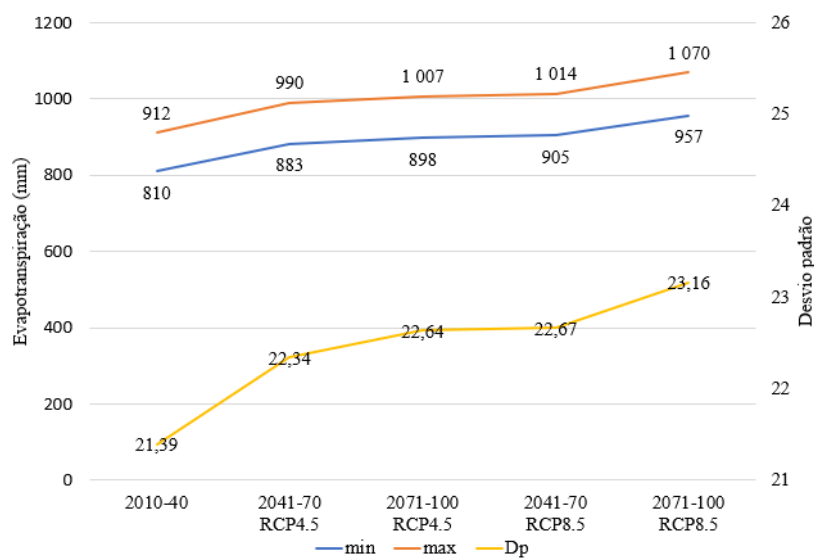


Figura 4. 18 - Projeção da evapotranspiração

Na área do concelho, o aumento da evapotranspiração terá maior relevância nas superfícies de menor altitude, no entanto é de registar que para o cenário RCP8.5, de 2071-100, toda a área estará sujeita à mesma evapotranspiração (Figura 4. 19), (Figura 4. 20) e (Figura 4. 21).

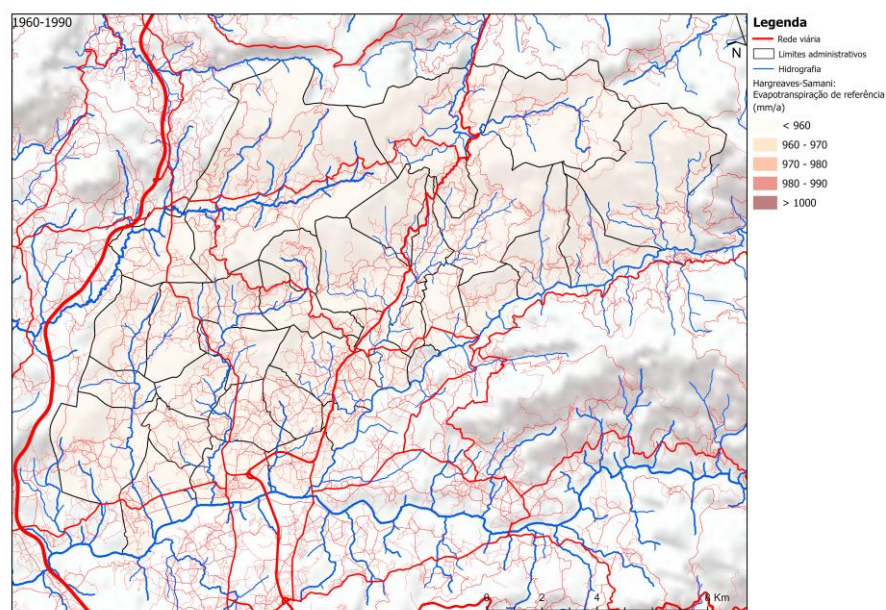


Figura 4. 19 - Evapotranspiração de 1960-1990

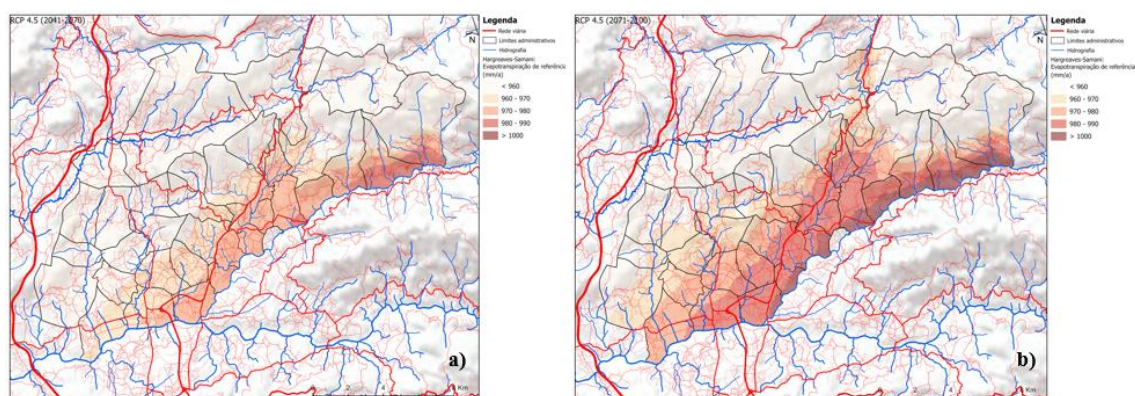


Figura 4. 20 - Projeção espacial da evapotranspiração para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

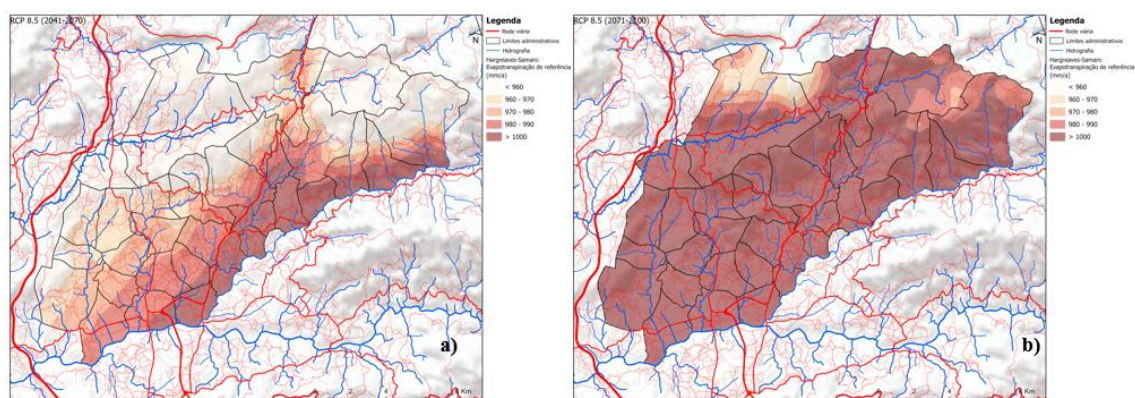


Figura 4. 21 - Projeção espacial da evapotranspiração para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

4.1.11 Cenarização da precipitação

A evolução da precipitação média anual acumulada até ao final do século, com base nas projeções para o cenário RCP4.5 e RCP8.5 apresenta um decréscimo acentuado.

No global, a precipitação média anual acumulada diminui ao longo do período em análise, com variações da precipitação mínima de 213 mm e precipitação máxima de 263mm, o que corresponde à redução da precipitação na ordem dos 18%, até 2100 (Figura 4. 22).

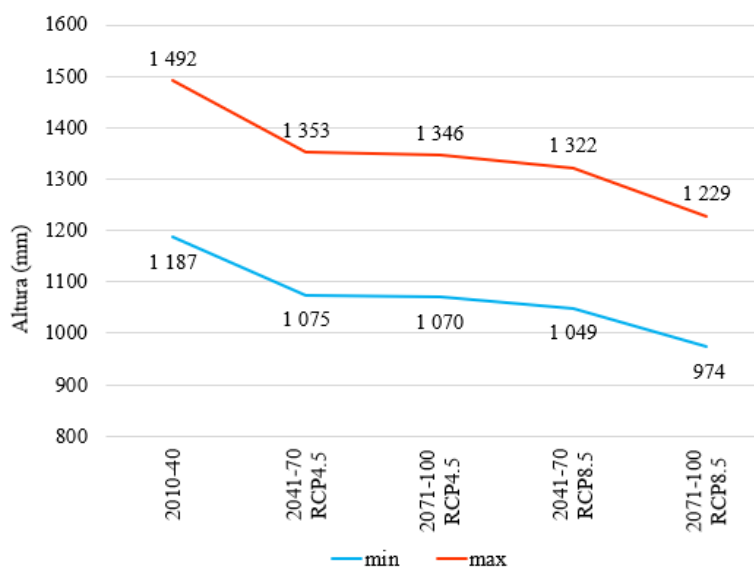


Figura 4. 22 - Projeção da precipitação

Em termos de distribuição geográfica, as projeções da precipitação no concelho até ao final do século, apresentam tendência de redução com maior relevância no sudoeste e de menor altitude (Figura 4. 23), (Figura 4. 24) e (Figura 4. 25).

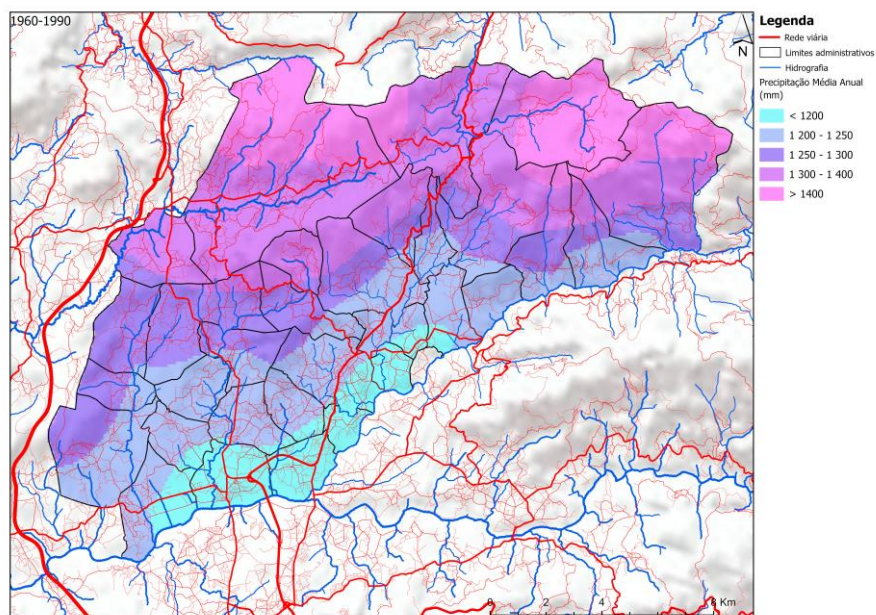


Figura 4. 23 - Precipitação de 1960-1990

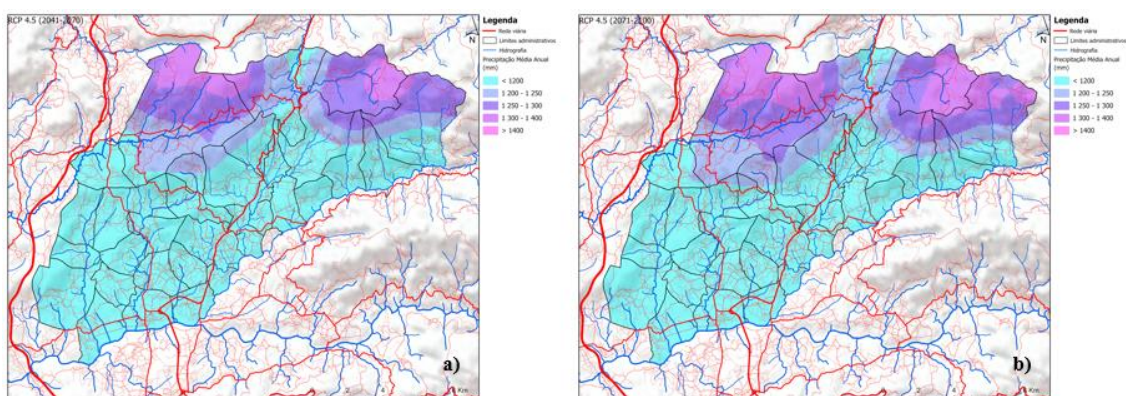


Figura 4. 24 - Projeção espacial da precipitação para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

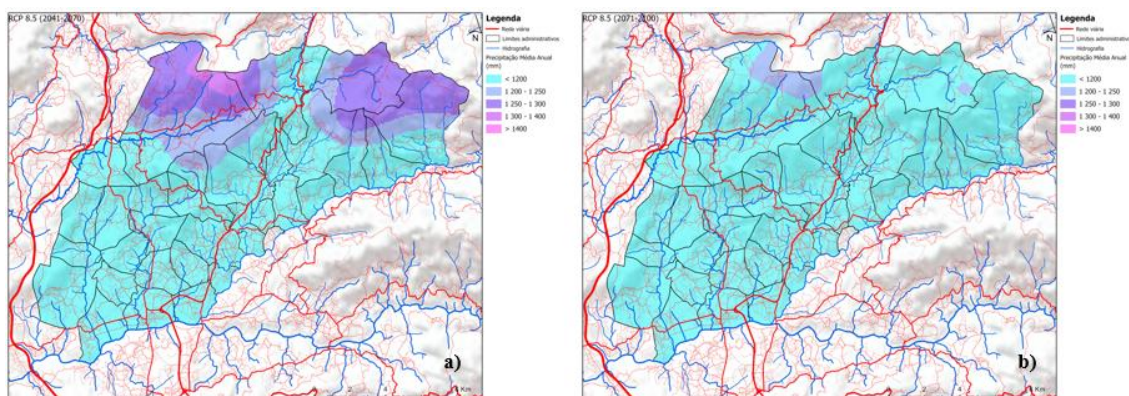


Figura 4. 25 - Projeção espacial da precipitação para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

4.1.12 Cenarização da precipitação como neve

A evolução da precipitação média anual em forma de neve, até ao final do século, com base nas projeções para o cenário RCP4.5 e RCP8.5 apresenta um decréscimo acentuado. No global, a precipitação mínima em forma de neve tende a decrescer de 3mm para 1mm e para média anual máxima de 21mm para 5mm (Figura 4. 26), (Figura 4. 27), (Figura 4. 28) e (Figura 4. 29).

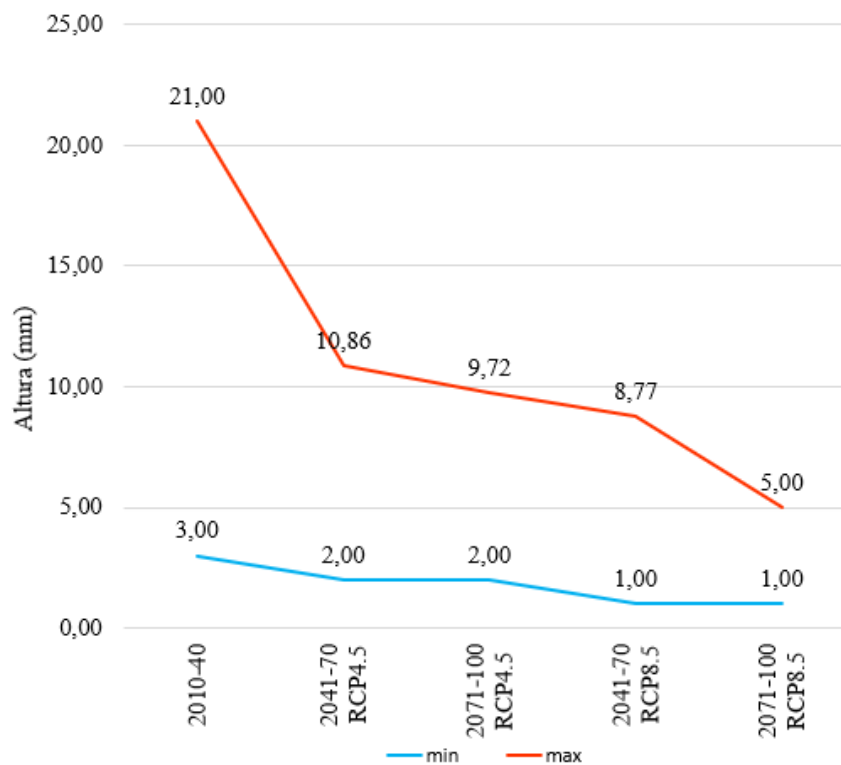


Figura 4. 26 - Projeção da precipitação na forma de neve

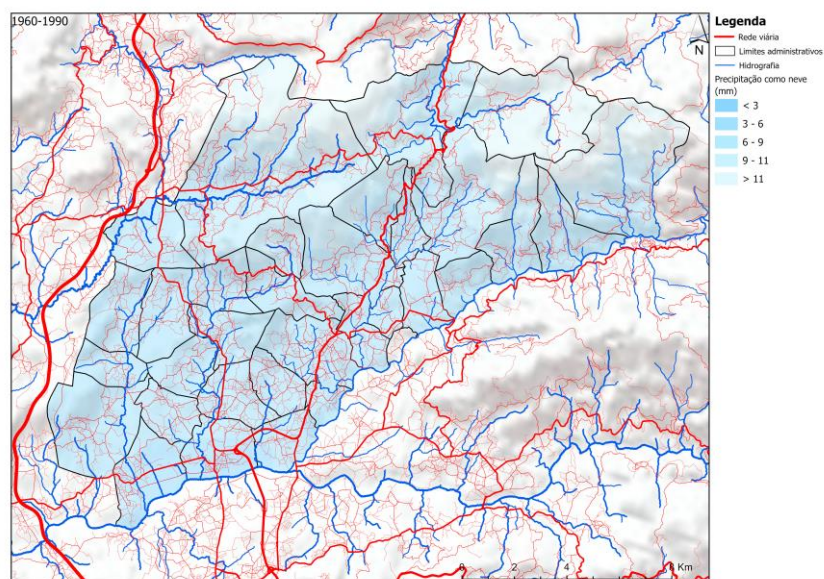


Figura 4. 27 - Precipitação em forma de neve de 1960-1990

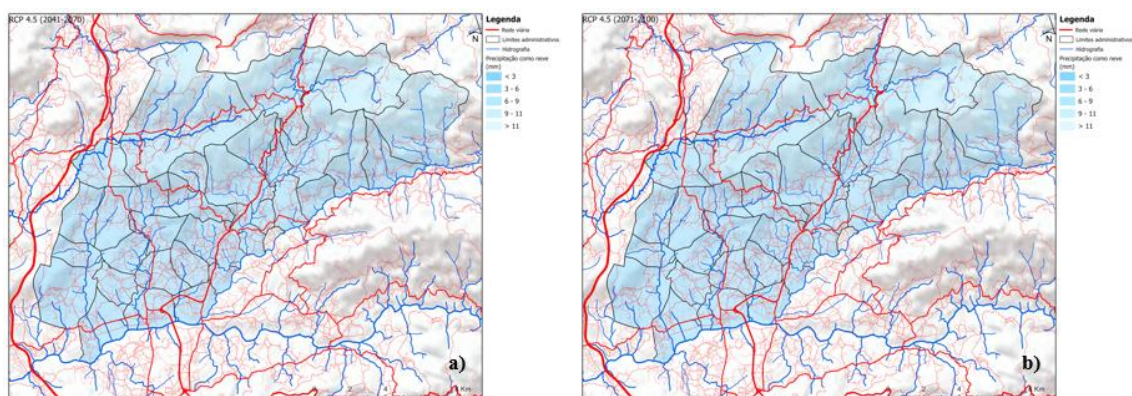


Figura 4. 28 - Projeção espacial da precipitação em forma de neve para RCP4.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

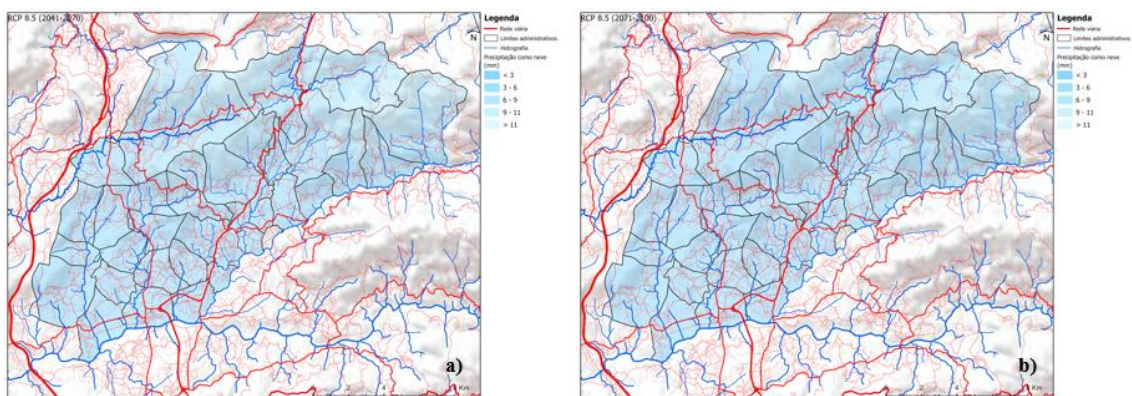


Figura 4. 29 - Projeção espacial da precipitação em forma de neve para RCP8.5 [a) 2041-2070 b) 2071-2100]

4.1.13 Síntese das alterações climáticas projetadas até ao final do século

A sub-região NUT III Cávado apresenta uma configuração de relevo que condiciona as suas características climáticas e determina o tipo de clima existente, pelo que, as alterações climáticas afetam todos os concelhos e favorecem a ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos, originando precipitação elevada em períodos de tempo curtos, aumento das vagas de calor e secas, aumentando o risco para as pessoas e para os ecossistemas (Quadro 4. 2).

Quadro 4. 2 - Síntese das alterações climáticas

Síntese das alterações climáticas	
Evento Climático	Efeito Climático
Temperaturas elevadas e ondas de Calor	EC.01 Mudança na distribuição geográfica das populações, espécies vegetais e animais, e alteração dos seus ciclos de vida, podendo ainda levar a um aumento do número de pragas e de espécies invasoras
	EC.02 Aumento da frequência de secas severas ou extremas
	EC.03 Danos para a saúde humana (doenças respiratórias e dermatológicas) e consequente aumento da pressão sobre os serviços de saúde
	EC.04 Redução do bem-estar animal, da produtividade pecuária e agrícola
	EC.05 Aumento dos incêndios florestais e área ardida
	EC.06 Redução da quantidade e qualidade das massas de água, favorecendo o crescimento de algas e bactérias tóxicas limitando a disponibilidade de água (potável, agricultura, produção de energia e ecossistemas aquáticos)
	EC.07 Alteração da composição e aumento da degradação do solo originando a fragmentação e perda de habitats e alterações na biodiversidade
	EC.08 Chuvas torrenciais e mais intensas, provocando cheias pluviais e inundações fluviais com afetação das culturas e populações
	EC.09 Aumento dos fenómenos de pluviosidade extrema súbita e consequente entrada das águas superficiais nas águas residuais
	EC.10 Aumento da probabilidade da ocorrência de chuvas ácidas
Precipitação intensa, tempestades e tornados	EC.12 Deslizamento de vertentes, provocando danos na vegetação, inundações e galgamentos ribeirinhos
Vento Forte	EC.14 Danos na vegetação e produção agrícola, infraestruturas e mobilidade
	EC.15 Danos nas infraestruturas, viaturas e vegetação
	EC.16 Afetação da distribuição de energia e telecomunicações, danos no edificado com perda de bens e alterações na capacidade de mobilidade.

4.2 Fase II – Impactes, riscos prioritários e vulnerabilidades às alterações climáticas

Os dados do IPCC indicam que as alterações climáticas agravam as temperaturas extremas e aumentam a temperatura global média, provocam a subida do nível médio do mar, aumento de fenómenos climáticos extremos (com maior incidência em secas, inundações, tempestades e incêndios rurais), aumento do stress hídrico (por alterações no ciclo da água), alteração na distribuição das espécies, propagação de doenças e pragas (IPCC, 2023).

Atualmente, estes eventos já são responsáveis por impactes muito significativos nos sistemas naturais, sociais e económicos e a severidade que provoca afeta as comunidades de capacidade de adaptação reduzida.

Portugal, pela sua localização geográfica, é um dos países europeus mais vulneráveis aos impactes das alterações climáticas, com repercussões futuras sobre a sociedade, a economia e o ambiente.

Ao nível local, na Sub-região Cávado, e em particular no Município de Vila Verde, os efeitos das alterações climáticas também se têm vindo a fazer notar através de diversos incidentes relacionados com eventos meteorológicos adversos, designadamente: nevões, precipitação excessiva em períodos de tempo curtos (cheias e inundações), ventos fortes (derrube de árvores e danificação de habitações e linhas de fornecimento de energia e comunicações e culturas), temperaturas elevadas e ondas de calor (ocorrência de incêndios), tempestades e deslizamento de massas (rede viária e arrastamento de sedimentos).

As populações foram afetadas pela alteração na disponibilidade de bens e serviços, influenciando no estilo de vida e as projeções climáticas apresentadas de 4.1.7 a 4.1.12 antecipam vulnerabilidades devidas às alterações climáticas com implicações no quotidiano das populações e na atuação dos agentes públicos e privados do Município de Vila Verde.

Neste âmbito, torna-se fundamental, por um lado, identificar as medidas que facilitem a adaptação, e, por novos modelos de atuação, se maximizem as valências que contribuam para a redução das alterações.

4.2.1 Potenciais impactes identificados na biodiversidade

O crescimento da população humana, a conversão de habitats naturais para uso agrícola, industrial ou residencial, a par do aumento da procura de bens naturais e da pressão sobre a assimilação dos resíduos, reduziu o nível de resiliência dos habitats (UNEP, 2002).

As alterações nas paisagens apresentam profundas implicações, não só de natureza ecológica, mas também no plano do desenvolvimento económico e social, pelo valor que estes recursos representam em termos financeiros, culturais e científicos e serviços associados (MAOT, 2002) .

A resposta das espécies, habitats e ecossistemas às alterações climáticas poderá ser distinta, levando à alteração dos ciclos de vida e das relações entre espécies. Este desfazamento afetará significativamente a distribuição geográfica, estrutura da cadeia trófica, as relações interespecíficas de competição ou mutualistas, migração e o intercâmbio genético de espécies selvagens, fenómenos cruciais para a manutenção e recuperação da biodiversidade.

Dentro da complexa rede de interações tróficas que ocorrem no ecossistema, é importante considerar o papel do solo. Pois, vários fatores climáticos, como precipitação intensa ou temperatura extrema, contribuem para o processo de desertificação e, conseqüentemente, para a diminuição da capacidade do solo manter a matéria orgânica e servir de habitat (JRC, 2009).

Os processos de degradação ambiental favorecem ainda a propagação de espécies exóticas com carácter invasor, contribuindo para a diminuição da biodiversidade, pelo que, a principal vulnerabilidade às alterações climáticas para o setor da biodiversidade resulta da análise efetuada à luz dos dados e tendências climáticas disponíveis, tendo em conta ocorrências registadas, informação resultante de recolha bibliográfica, bem como planos e estratégias associadas.

No vale do Cávado, especialmente nas comunidades ribeirinhas e aquáticas, a flora apresenta uma grande diversidade de espécies, pelo que a biodiversidade vegetal, na sua composição, organização e estrutura das comunidades ripárias constituem comunidades sensíveis e facilmente alteráveis (AMVC, 2008).

Os elementos estruturantes que contribuem para a diversidade de habitats no meio aquático e eventualmente para um potencial incremento da biodiversidade, podem gerar

perturbações no fluxo das águas, que se traduzem em variações espaciais dos perfis e de velocidade (Quadro 4. 3).

Quadro 4. 3 - Impactes de ação climática na biodiversidade

Impactes de ação climática na biodiversidade		
Habitats	Vulnerabilidades	
	BIO.01	Alteração nas cadeias cumulativas ou cascata nas cadeias ecológicas (Santos et al., 2002)
	BIO.02	Alteração dos padrões de distribuição espacial e temporal das espécies com alterações de comportamento ou fenologia nos padrões de crescimento nas épocas de reprodução, crescimento e maturação sexual (Pereira et al., 2002)
	BIO.03	Aumento nas perturbações ecológicas, diminuição da resiliência dos serviços de ecossistemas e da sua capacidade de adaptação (Santos et al., 2002); (IPCC, 2007)
	BIO.04	Aumento dos riscos de invasão biológica (invasoras florestais, vespa asiática) (Marchante et al., 2016)
	BIO.05	Redução da capacidade de abrigo das espécies ribeirinhas por diminuição do número de riachos com caudal contínuo, degradação do coberto arbóreo, em particular das galerias ripícolas (Moreira et al., 2016)
	BIO.06	Alteração da distribuição dos processos migratórios de espécies e alteração das rotas e aclimatação e residência de morcegos, anfíbios e répteis, mamíferos, vegetais, insetos e macrofungos (cogumelos) e distribuição de espécies com interesse cinegético (caça e pesca) (EEA, 2008)
	BIO.07	Aumento da temperatura das massas de água, diminuição do nível de oxigénio disponível na água e propensão para processos de eutrofização (Yan et al., 2021)
	BIO.08	Maior vulnerabilidade da flora, por via do aumento da ocorrência de incêndios e da diversidade de espécies invasoras e pragas (Moya et al., 2021)
	BIO.09	Aumento da vulnerabilidade de espécies de flora mais sensíveis ao stress hídrico (Moya et al., 2021)

4.2.2 Potenciais impactos identificados na agricultura e floresta

O clima afeta diretamente o setor da agricultura uma vez que este depende fortemente das condições meteorológicas e climáticas de cada região.

As alterações observadas na temperatura do ar e no regime e quantidade de precipitação acentuar-se-ão no futuro, pelo que, são esperados impactos na disponibilidade dos recursos hídricos e no número de horas de frio (GGP, 2018).

O aumento da temperatura e concentrações de CO₂ na atmosfera, as alterações na precipitação e disponibilidade hídrica provocam efeitos adversos, tanto nos períodos de produção como na produtividade.

Assim, a agricultura estará sujeita à diminuição da água disponível para a irrigação e restrições pelo aumento da lixiviação de nitratos. Também a alteração do número de horas de frio e de sol influenciará a floração e maturação das plantas, tornando-as mais vulneráveis a vagas de frio extremo e geadas fora de época, favorecendo o aparecimento de agentes bióticos nocivos (Canaveira et al., 2013).

Por outro lado, maiores níveis de CO₂ e temperaturas mais amenas podem levar ao aumento de produção das culturas mais sensíveis ao frio e melhor adaptadas ao clima mediterrânico.

Relativamente às florestas deve ter-se em consideração o aumento do risco de incêndio, com o subsequente aumento da temperatura à superfície do solo, com particular impacto na alteração da fauna e flora, e ainda, a facilitação dos processos erosivos e proliferação de espécies invasoras.

Assim, as alterações nos recursos hídricos, a capacidade de rega e a fertilidade do solo serão fortemente influenciados pelas alterações climáticas (Quadro 4. 4).

Quadro 4. 4 - Impactes de ação climática na Agricultura e Floresta

Impactes de ação climática na Agricultura e Floresta	
	Vulnerabilidades
AF.01	Danos na ecologia e fenologia das espécies; influencia na taxa fotossintética, ciclo das culturas, incidência de pragas e doenças, stress hídrico, alteração da erosividade, redução do bem-estar e fertilidade animal, e distribuição geográfica das espécies (Pereira, 2020)
AF.02	Diminuição do período ótimo de práticas agrícolas devido a solos encharcados e consequente aumento dos custos de produção associados à remediação (Coelho et al., 2009)
AF.03	Maior propensão ao aparecimento de riscos biológicos associados aos riscos sanitários ao nível das pragas e doenças vegetais (míldios, oídios, afídios, fungos, bactérias) (Avila et al., 2023)
AF.04	Ambiente desfavorável para plantas que precisam de repouso invernal e horas de frio para completar o ciclo e a produção vegetal (Blanchet et al., 2023)
AF.05	Maior potencial de perdas sobre destruição de culturas e infraestruturas, com influência nos seguros de colheita (Martinez et al., 2021)
AF.06	Aumento do risco de incêndio florestal associados à maior recorrência, extensão e severidade dos incêndios florestais com impactes sobre o risco de erosão e acumulação de matéria orgânica seca (Santos et al., 2002; Carvalho et al., 2014)
AF.07	Reforço das necessidades hídricas e melhoria dos sistemas de regadio (captura, armazenamento, distribuição e aplicação da água de rega (Rowe et al., 2023)
AF.08	Condições favoráveis à colonização dos espaços florestais por espécies invasoras (Marchante et al., 2016)
AF.09	Diminuição da taxa da capacidade de regeneração de um grande número de espécies autóctones (Marchante et al., 2016)
AF.10	Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, (Kurnik et al., 2014)
AF.11	Diminuição da matéria orgânica e disponibilidade hídrica (Lukat et al., 2013); (Kurnik et al., 2014)
AF.12	Redução da área geográfica de distribuição de espécies mais adaptadas às condições de menor temperatura (Santos et al., 2006)
AF.13	Aumento do stress animal resultante de temperaturas elevadas, com redução níveis produtivos (Crosson et al., 2023)

4.2.3 Potenciais impactes identificados na energia e segurança energética

O setor da energia tem uma importância muito relevante no âmbito das alterações climáticas, dada a sua natureza estruturante e interdependência sistémica com outros setores da economia.

No âmbito da oferta, as cadeias de valor do setor energético têm áreas de risco e vulnerabilidade específicas, quer em termos das infraestruturas fixas de produção quer em infraestruturas lineares de transporte e distribuição de eletricidade. É ainda de referir que a produção e o consumo de energia são responsáveis, direta e indiretamente, por alguns dos principais impactes no clima (através da emissão de CO₂) e na paisagem (instalação de estruturas físicas).

De forma geral, prevê-se que as alterações climáticas conduzam a dois padrões distintos de consumo energético: durante o verão, devido às necessidades de refrigeração para conforto térmico, é esperado que o consumo aumente, no entanto, no inverno, os sistemas de aquecimento poderão ser por outras fontes energéticas. Para o efeito, é de extrema importância reduzir substancialmente o consumo energético através da implementação de medidas potenciadoras de eficiência energética (EEA 2008).

Tendo em consideração as diretivas internacionais e nacionais que têm por objetivo a minimização das alterações climáticas a médio e longo prazo, é urgente incrementar medidas de redução e eficiência do consumo energético.

4.2.3.1 Matriz energética

O diagnóstico do contexto energético do Município de Vila Verde traduz-se nas matrizes energética e de emissões de GEE, elementos fundamentais na quantificação dos fluxos energéticos e na identificação de indicadores de sustentabilidade associados à produção, distribuição e consumos energéticos.

Através da matriz energética são identificados os fluxos energéticos dominantes, quer por vetor energético (eletricidade, gás natural, gasóleo, gasolina, etc.), quer por setor de atividade mais representativo (Iluminação, água e resíduos, produção de energia, serviços, doméstico, transportes, indústria e agricultura).

Para a elaboração e quantificação dos dados, considerou-se uma série temporal entre 2011 e 2022, sendo que, o ano de 2022 foi considerado o ano de referência para análise.

A caracterização dos consumos de energia em cada setor baseou-se na informação estatística anual disponibilizada pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG, 2024) relativas ao consumo de energia elétrica e às vendas de gás natural e combustíveis petrolíferos, por setor de atividade.

Esta informação foi posteriormente complementada de forma individualizada para cada sector de atividade.

Para apresentação de dados foi considerado a unidade "tep" (tonelada equivalente de petróleo), que é uma medida de energia utilizada para comparar diferentes fontes de energia com base na quantidade de energia que seria liberada pela queima de uma tonelada de petróleo e serve para padronizar a comparação entre diversas formas de energia, como biomassa, gás natural, eletricidade, etc.; em que, 1 tonelada de petróleo corresponde a 1tep.

No ano de 2022 o consumo energético no município de Vila Verde foi de 34588tep, o que corresponde a 0,22% do consumo na CIM Cávado e 7,39% do consumo em Portugal Continental (Quadro 4. 5).

Quadro 4. 5 - Comparação territorial do consumo de energia final em 2022. (Fonte: (DGEG, 2024))

Energia [tep]	Portugal Continental	CIM Cávado	Vila Verde	Vila Verde / Portugal Continental (%)	Vila Verde / CIM Cávado (%)
Eletricidade	4107523	127539	11088	0,27	8,69
Gás Natural	4737932	64405	1313	0,03	2,04
Derivados de Petróleo	6921727	276202	22177	0,32	8,03
IPPU	641557	14711	9	0	0,1
Total	15767182	468146	34588	0,22	7,39

O consumo energético variou conforme o setor de atividade, destacando-se o peso da energia elétrica em quase todos os setores e a predominância dos derivados de petróleo nos transportes, na agricultura e na indústria.

Os derivados de petróleo e a eletricidade representaram a maioria do consumo de energia final de 64,1% e 32,1%, respetivamente. Relativamente aos derivados de petróleo, 84,9% são consumidos no setor dos transportes e a eletricidade, 44,6% é consumida no setor doméstico (Quadro 4. 6) e (Figura 4. 30).

Quadro 4. 6 - Consumo de energia final [tep] por setor de consumo de energia em Vila Verde, 2022

Transportes	Doméstico	Indústria	Serviços	Agricultura	Iluminação pública	Águas e resíduos	Produção de energia
18846	6862	4746	3086	760	579	205	14

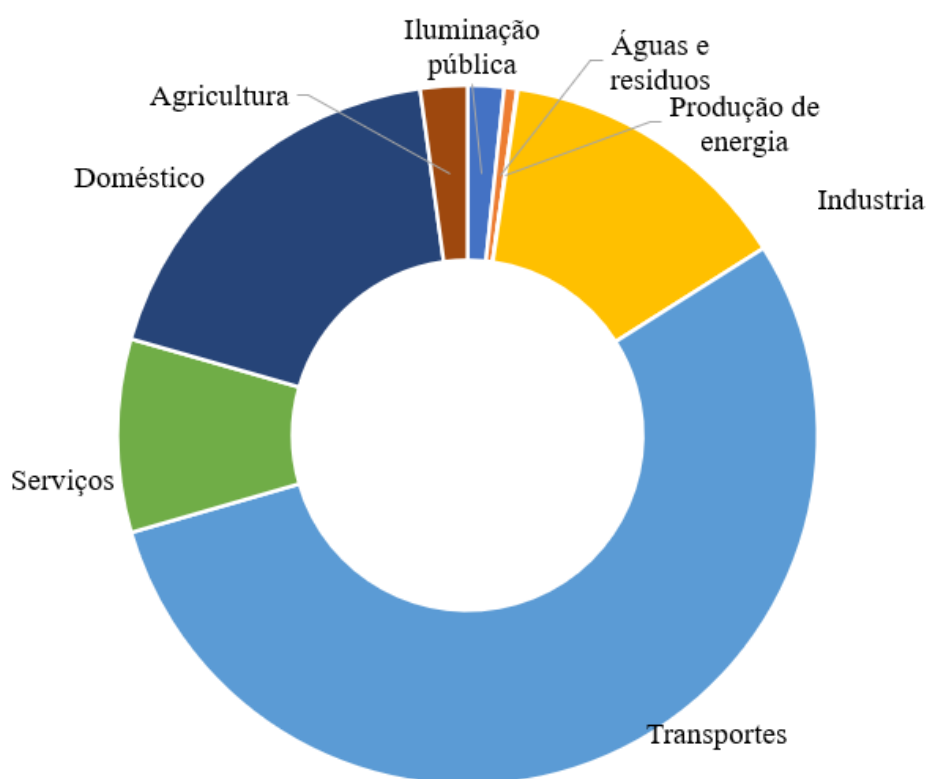


Figura 4. 30 - Consumo de energia final [tep] por setor de consumo de energia em Vila Verde, 2022

Os consumos energéticos por setor e vetor para o território de Vila Verde, em 2022, são essencialmente de derivados de petróleo (64,1%) e de energia elétrica (32,1%). Relativamente aos derivados de petróleo, 84,9% são consumidos no setor dos transportes, representando 54,5% do consumo total por setor no território.

Relativamente à eletricidade, 44,6% é consumida no setor doméstico e 21,9% no setor industrial (Quadro 4. 7).

Quadro 4. 7 - Matriz de consumo de energia final [tep] em Vila Verde em 2022. Fonte: DGEG, 2024

Consumo	Eletricidade	Gás Natural	Derivados de Petróleo	IPPU	Total	% Setores
Agricultura	190	3	557	0	750	2,2%
Doméstico	4944	728	690	0	6362	18,4%
Serviços	2360	310	416	0	3086	8,9%
Transportes	10	0	18834	2	18846	54,5%
Indústria	2432	126	1661	7	4226	12,2%
Produção de Energia	14	0	0	0	14	0,0%
Águas e Resíduos	201	0	4	0	205	0,6%
Edifícios do Estado	360	147	15	0	521	1,5%
Iluminação Pública	579	0	0	0	579	1,7%
Total [tep]	11088	1313	22177	9	34588	
%	32,1%	3,8%	64,1%	0,0%		

A definição das principais vulnerabilidades às alterações climáticas para o setor da energia e segurança energética resulta da análise efetuada à luz dos dados da DGEG e tendências climáticas disponíveis (Quadro 4. 8).

Quadro 4. 8 - Impactes de ação climática na energia e segurança energética

Impactes de ação climática na energia e segurança energética		
	Vulnerabilidades	
Padrões de produção de energia	ES.01	Alteração da radiação, velocidade do vento, caudais e níveis de recursos hídricos com influência direta na capacidade e custos de produção de energia por fontes renováveis (Callaway, 2004)
	ES.02	Aumento da produção de energia solar, eólica e hídrica (Bloom et al., 2008)
	ES.03	Alterações dos padrões de armazenamento, transporte e distribuição (relação entre os locais de armazenamento, distribuição e riscos associados ao transporte em rede ou em contentor/transportes) (Parker et al., 1998)
	ES.04	Alteração da capacidade de transporte e armazenamento de energia (silos de biomassa, reservatórios de hidrogénio e acumuladores elétricos) (Observatório-Energia, 2021)
	ES.05	Pressão no aproveitamento energias renováveis e incremento de novos sistemas de produção e consumo (Persson, 2009)
Interrupções de fornecimento de energia	ES.06	Perturbações ou danos (temporários ou permanentes) nas infraestruturas associadas às redes energéticas (elétricas e gasodutos) (Observatório-Energia, 2021)
	ES.07	Quebras na rede elétrica devido a fenómenos extremos como: furacões, incêndios (Kerry, 2005)
Padrões de consumo	ES.08	Alteração dos padrões espaciais e temporais do consumo de energia com incremento da eficiência energética pública, indústria, comércio e doméstica, por forma a responder a hábitos humanos na relação com as ondas de calor e frio (Arrieta et al., 2005)

4.2.3.2 Emissões de dióxido de carbono

As emissões de dióxido de carbono (CO₂) de origem antropogénica relacionam-se, na sua maioria, com a utilização de combustíveis fósseis. Esta utilização pode ser direta, através do uso de combustíveis fósseis, ou indireta, através da utilização de eletricidade ou calor de origem não renovável.

Para efeitos de cálculo das emissões é considerado o CO₂ equivalente (CO₂e) que é uma medida que combina o impacto de diferentes GEE numa única unidade. Esses gases incluem, além do dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e

gases fluorados, como hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFCs), hexafluoreto de enxofre (SF₆) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃).

Esta métrica de CO₂e é usada para padronizar as diferentes emissões de GEE com base no seu potencial de aquecimento global (GWP), comparando a quantidade de calor que uma tonelada de um determinado gás pode reter na atmosfera em relação ao CO₂, ao longo de um período específico (100 anos).

Assim, juntamente com a caracterização de consumos de energia final presente na matriz energética, apresenta-se também a quantidade de emissões de CO₂e que lhe está associada (IPCC, 2006); (APA, 2023), (UE, 2017) .

Os dados demonstram uma tendência de relativa redução das emissões de GEE no concelho, no intervalo de estudo (Quadro 4. 9) e (Figura 4. 31).

Quadro 4. 9 - Emissões anuais de Gases de Efeito Estufa (GEE) diretos em Vila Verde. Fonte: APA, 2021

Ano	CO₂ (tCO₂e)	CH₄ (tCO₂e)	N₂O (tCO₂e)	F-Gases (tCO₂e)	Total GEE (tCO₂e)
2015	75555	20747	10028	13047	119376
2017	71985	19665	9600	14451	115701
2019	72563	19239	9783	15575	117160
Variação (%) 2015 – 2017	-4,7%	-5,2%	-4,3%	10,8%	-3,1%
Variação (%) 2017 – 2019	0,8%	-2,2%	1,9%	7,8%	1,3%
Variação (%) 2017 – 2019	-4,0%	-7,3%	-2,4%	19,4%	-1,9%

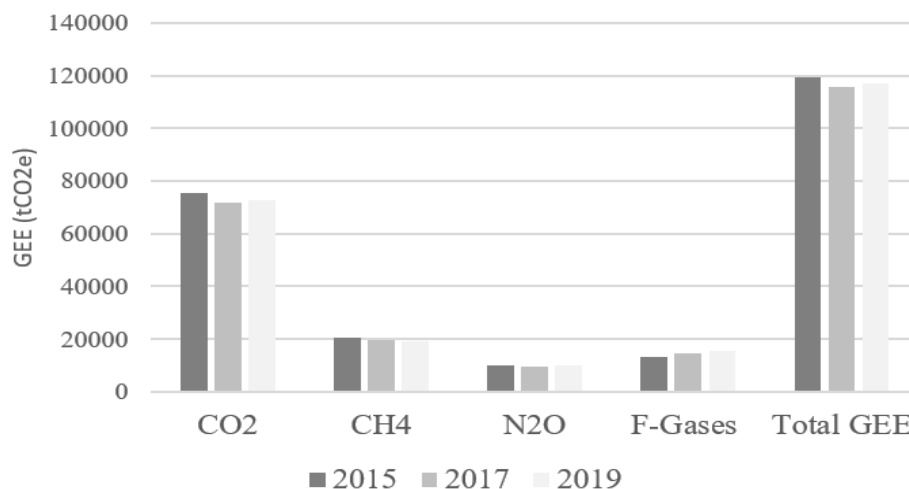


Figura 4. 31 - Emissões de GEE (t CO_{2e}) para o concelho de Vila Verde. Fonte: APA, 2021

4.2.4 Potenciais impactes identificados na saúde humana

Todas as pessoas são afetadas pelas alterações climáticas, mas os efeitos na saúde dependem largamente da sua vulnerabilidade (idade e estado físico).

O aumento da severidade e da frequência de eventos meteorológicos extremos, tais como precipitação intensa e tempestades, potencia a ocorrência de adversidades que podem afetar as pessoas física e psicologicamente, devido a experiências traumatizantes como a destruição de habitações, falta de água potável, perturbação de serviços essenciais ou perdas materiais.

As alterações climáticas aumentarão a frequência, intensidade e duração das ondas de calor, o que poderá conduzir a um aumento das mortes associadas a este fenómeno e acentuar a incidência de doenças cardiovasculares, principalmente na população idosa, devido ao esforço acrescido do organismo para regular a temperatura corporal (Koppe et al., 2004, Havenith 2005).

Períodos longos de temperaturas amenas e períodos de seca em combinação com outros fatores podem levar também ao incremento de incêndios florestais, com impactes na saúde humana, nomeadamente ao nível do foro cardiorrespiratório e de doenças associadas à poluição atmosférica.

Os efeitos combinados das temperaturas elevadas e da poluição do ar são fatores a considerar em matéria de saúde humana (Quadro 4. 10).

Quadro 4. 10 - Impactes de ação climática na saúde humana

Impactes de ação climática na saúde humana		
Ocorrência	Vulnerabilidades	
Temperaturas Elevadas Ondas de Calor	SH.01	Diminuição do bem-estar
	SH.02	Fator de stress para o organismo humano, em particular para o sistema cardiovascular
	SH.03	Agravamento e ou surgimento de problemas do foro respiratório
	SH.04	Alterações biológicas devido à radiação ultravioleta
	SH.05	Formação de queimaduras na pele, cancro da pele
Água	SH.06	Diminuição das reservas de água disponíveis para abastecimento público e da sua qualidade
	SH.07	Desenvolvimento de fluorescências de cianobactérias com a libertação de toxinas para as linhas de água
	SH.08	Aumento de problemas respiratórios, pela redução da qualidade do ar
Ar	SH.09	Inflamação pulmonar e deterioração dos mecanismos de defesa
	SH.10	Aumento da poluição atmosférica: reações inflamatórias do pulmão, sintomas respiratórios, efeitos adversos no sistema cardiovascular
	SH.11	Qualidade dos alimentos (riscos de contaminação química, física e biológica)
Alimentos	SH.12	Alterações na produção, oferta e acesso a alimentos de qualidade
	SH.13	Aumento do risco de desenvolvimento de patologias (febre tifoide, salmoneloses, toxinas associadas com mariscos, cianobactérias, malária, dengue, febre amarela)

4.2.5 Potenciais impactes identificados na segurança de pessoas e bens

O cenário de aumento significativo das temperaturas médias (máximas e mínimas), em particular o aumento do número de «dias de verão» e de «noites tropicais», bem como o índice anual de ondas de calor, afeta significativamente idosos e doentes crónicos.

A diminuição dos dias com precipitação poderá aumentar a duração de períodos de seca e contribui para a intensificação do risco de incêndio por todo o território, causando danos nos sistemas de mobilidade, comunicação, infraestruturas e transporte de energia.

Assim, para minimizar a exposição das populações aos eventos adversos, no planeamento e gestão territorial deverão ser adotados mecanismos de redução exposição às vulnerabilidades (Quadro 4. 11).

Quadro 4. 11 - Impactes de ação climática na Segurança de Pessoas e Bens

Impactes de ação climática na Segurança de Pessoas e Bens		
Ocorrência	Vulnerabilidades	
Segurança de Pessoas	PB.01	Aumento da exposição a fenómenos extremos como cheias, inundações ou incêndios florestais
	PB.02	Redução da segurança alimentar
	PB.03	Sobrecarga das unidades de saúde dificulta o acesso a serviços médicos
	PB.04	O aumento da ocorrência e intensidade de fenómenos climáticos representa um maior risco da ocorrência de acidentes
	PB.05	Aumento da mortalidade associada a fenómenos climáticos extremos
	PB.06	Danos em edifícios e infraestruturas provocados por fenómenos climáticos extremos
	PB.07	Interrupções no abastecimento público de água e energia
	PB.08	Aumento da erosão pela ocorrência e gravidade dos incêndios florestais
	PB.09	Prolongamento da época crítica de incêndios, por via do aumento das temperaturas médias e máximas

4.2.6 Potenciais impactes identificados na economia e turismo

As alterações climáticas podem afetar uma ampla gama de atividades e setores económicos. No setor primário aumenta a probabilidade de afetação direta devido às variáveis climáticas, e nos setores secundários e terciários, os impactes poderão ser em cascata ou cumulativos.

Também devem ser considerados danos diretos causados por fenómenos climáticos em fábricas ou em zonas industriais e indiretos, através do condicionamento do fornecimento de matérias-primas e escoamento de produtos.

Na análise económica, é dada especial atenção ao turismo, um dos segmentos de maior volatilidade e sazonalidade da economia, com um papel significativo e de crescimento no concelho de Vila Verde.

A atratividade de uma região para turistas depende em muito do clima local, pelo que, futuras mudanças no clima têm um forte potencial de afetação do setor turístico (Quadro 4. 12).

Quadro 4. 12 - Impactes de ação climática na economia e turismo

Impactes de ação climática na economia e turismo	
	Vulnerabilidades
ET.01	Aumento dos custos de transformação e adaptação à eficiência energética e reforço da produção por fontes e modelos renováveis
ET.02	Impactes sobre a instalação e gestão de Zonas Industriais ambientalmente sustentáveis
ET.03	Alteração das condições climáticas favoráveis à prática de atividades de lazer e de turismo (ondas de calor, incêndios, enxurradas, erosão e turismo náutico)
ET.04	Tendência do aumento das atividades turísticas, provocando maior pressão turística que leva a um maior consumo de recursos e serviços
ET.05	Riscos físicos provocados por eventos climáticos extremos (restrições à produção, deterioração de produtos, disrupção no fornecimento de produtos e matérias primas), com o consequente aumento dos prémios e indemnizações de seguros estruturais e ambientais
ET.06	Custos, investimentos e maiores riscos em transportes e plataformas logísticas
ET.07	Afetação da qualidade do abastecimento de água e saneamento bem como da gestão de resíduos sólidos urbanos
ET.08	Desafios à eficiência energética, novos materiais, novas tecnologias de tratamento e valorização
ET.09	Oportunidades de inovações e oferta de novos produtos e serviços na mitigação e adaptação às alterações climáticas

4.2.7 Potenciais impactes identificados na mobilidade

A mobilidade é a capacidade de circulação de pessoas, bens e informação, e assume cada vez mais uma maior importância no funcionamento da sociedade para mover-se ou ser movida entre lugares.

No contexto contemporâneo, a mobilidade abrange uma vasta gama de conceitos e aplicações, que incluem desde a mobilidade pessoal até a mobilidade urbana e social, sustentável e digital.

A mobilidade é crucial para o desenvolvimento económico, social e ambiental, pelo que, deve assentar em infraestruturas fiáveis e eficientes por forma a melhorar a qualidade e rapidez de circulação, reduzir congestionamentos, diminuir a poluição e facilitar o acesso a oportunidades económicas e sociais.

No concelho de Vila Verde, a mobilidade é essencialmente feita através de infraestruturas rodoviárias que poderão ser afetadas no revestimento asfáltico e por condicionamentos provocados por deslizamento de vertentes, queda de árvores ou infraestruturas, enxurradas ou inundações (Figura 4. 32) e (Quadro 4. 14).

Em casos de eventos catastróficos poderão ocorrer limitações nas estruturas de comunicações, condicionando a operacionalidade e apoio às populações e equipas de socorro na atuação e gestão de meios no terreno.

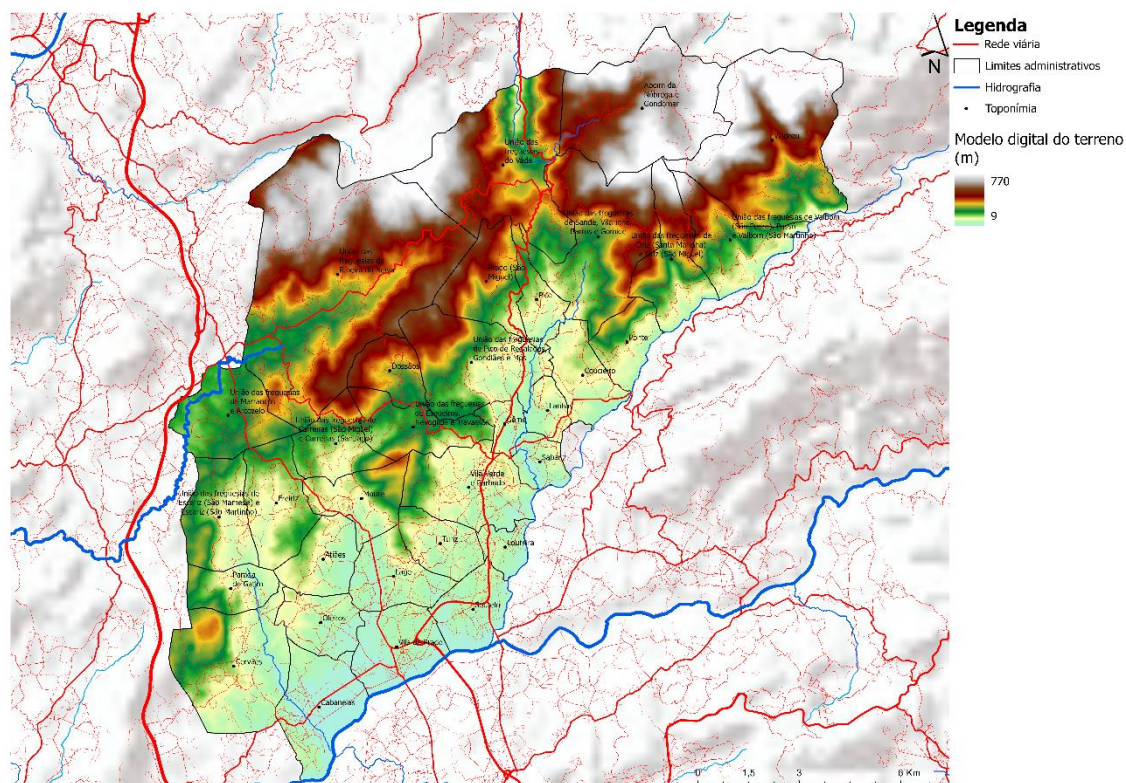


Figura 4. 32 - Rede Viária

Quadro 4. 13 - Impactes de ação na mobilidade

Impactes de ação na mobilidade	
	Vulnerabilidades
MOB.01	Impactes sobre a manutenção, reparação e garantia do bom estado das vias
MOB.02	Mudanças dos padrões de mobilidade e impacte na necessidade de meios com capacidade coletiva e de grande número de pessoas
MOB.03	Necessidade de melhoria, adaptação e integração das infraestruturas de transporte
MOB.04	Aumento do risco de transporte e armazenamento de substâncias perigosas (inertes, gases)
MOB.05	Movimentos de massa que coloquem em risco vias de comunicação e rodoviárias provocando falhas de comunicação
MOB.06	Necessidade de modelos e sistemas de transportes individuais e coletivos de baixo consumo energético e ambientalmente sustentáveis

4.2.8 Espacialização geral dos impactes no concelho de Vila Verde

Os impactes setoriais identificados traduzem-se em efeitos precursores de perda de eficiência territorial e são em forma de cascata, desencadeando novos impactes e potenciação da severidade dos impactes já existentes, exercendo uma maior pressão sobre a resiliência territorial.

É esperado que nos espaços de transição entre a área de altitude e vale ocorra um aumento da frequência e da intensidade de períodos de secas e de escassez de água e um aumento da severidade e suscetibilidade à falta de recursos hídricos para as atividades urbanas e agrícolas no período seco.

Situados a uma cota inferior os espaços de vale apresentam as maiores subidas de temperatura no território colocando maiores pressões sobre a quantidade e qualidade dos recursos hídricos locais, bem como desafios na gestão de fenómenos de ondas de calor.

A ocorrência de fenómenos de cheia, associada a extremos pluviométricos, tenderá a apresentar uma severidade superior ao registado, causando maiores impactes económicos.

As alterações nos processos de sedimentação colocam ainda desafios à segurança de pessoas e bens e a correta gestão dos leitos de cheia e dos espaços ripícolas que tenderão a sofrer uma maior pressão e riscos de invasão biológica.

As alterações projetadas tendem a aumentar as pressões sobre o território, colocando em causa os níveis de biodiversidade, distribuição das populações e recursos económicos e culturais, potenciando desigualdades sociais.

4.3 Fase II – Avaliação de impactes

4.3.1 Análise de risco multicritério

Ao longo processo de análise e avaliação dos impactes das alterações climáticas sobre os vários setores estratégicos considerados foram ponderados os processos associados a riscos e vulnerabilidades e eventuais impactes.

A respetiva hierarquização de risco associado a cada vulnerabilidade é feita consoante a sua periodicidade e grau de impacto, estando sistematizada na matriz de riscos para uma leitura mais gráfica e imediata das principais vulnerabilidades, riscos e respetiva priorização (Quadro 4. 14).

A organização da mesma é realizada de acordo com a metodologia descrita e ordenada de 1 a 9, sendo 1 o valor mais baixo (canto inferior esquerdo) que abrange vulnerabilidades tipo (impactes sobre equipamentos e infraestruturas de uso municipal, infraestruturas de transporte e plataformas de logística), e 9 o valor mais alto (quanto superior direito), que engloba vulnerabilidades como (impactes causados por incêndios, aumento da procura hospitalar, invasões biológicas e alteração da produtividade e fenologia das espécies).

Quadro 4. 14 - Análise multicritério

Frequência de ocorrência do evento	Alteração dos padrões de distribuição espacial e temporal das espécies (BIO01) Alteração da distribuição dos processos migratórios de espécies (BIO06) Aumento da produção de energia solar, eólica e hídrica (ES02) Alteração da capacidade de transporte e armazenamento de energia (ES04) Necessidade de melhoria, adaptação e integração das infraestruturas de transporte (MOB03)	Alteração nas cadeias cumulativas ou cascata nas cadeias ecológicas (BIO01) Redução da capacidade de abrigo das espécies ribeirinhas (BIO05) Perturbações ou danos (temporários ou permanentes) nas infraestruturas associadas às redes energéticas (ES06) Tendência do aumento das atividades turísticas, provocando maior pressão turística que leva a um maior consumo de recursos e serviços (ET04)	Aumento dos riscos biológicos associados aos riscos sanitários ao nível das pragas e doenças vegetais (AF03) Aumento do risco de incêndio florestal (AF06) Quebras na rede elétrica devido a fenómenos extremos (ES07) Redução da segurança alimentar (PB02) Aumento da mortalidade associada a fenómenos climáticos extremos (PB05) Aumento do risco de transporte e armazenamento de substâncias perigosas (inertes, <u>gases</u>) (MOB04)
	Aumento da temperatura das massas de água (BIO07) Pressão no aproveitamento energias renováveis e incremento de novos sistemas de produção (ES05) Alteração dos padrões espaciais e temporais do consumo de energia (ES08) Fator de stress para o organismo humano, em particular para o sistema cardiovascular (SH02) Impactes sobre a instalação e gestão de Zonas Industriais ambientalmente sustentáveis (ET02)	Sobrecarga das unidades de saúde dificulta o acesso a serviços médicos (PB03) Prolongamento da época crítica de incêndios, por via do aumento das temperaturas médias e máximas (PB09) Aumento dos custos de transformação e adaptação à eficiência energética e reforço da produção por fontes e modelos renováveis (ET01) Movimentos de massa que coloquem em risco vias de comunicação (MOB05)	Maior incidência de pragas e doenças, stress hídrico, alteração da erosividade, redução do bem-estar e fertilidade animal (AF01) Diminuição do período ótimo de práticas agrícolas (AF02) Ambiente desfavorável para plantas que precisam de repouso invernal e horas de frio (AF04) Diminuição das reservas de água disponíveis para abastecimento público e da sua qualidade (SH06) Movimentos de massa que coloquem em risco vias de comunicação e rodoviárias provocando falhas de comunicação (MOB05)
	Diminuição da taxa da capacidade de regeneração de um grande número de espécies autóctones (AF09) Alteração da radiação, velocidade do vento, caudais e níveis de recursos hídricos com influência direta na capacidade e custos de produção de energia por fontes renováveis (ES01) Custos, investimentos e maiores riscos em transportes e plataformas logísticas (ET06) Oportunidades de inovações e oferta de novos produtos e serviços na mitigação e adaptação às alterações climáticas (ET09)	Desenvolvimento de fluorescências de cianobactérias com a libertação de toxinas para as linhas de água (SH07) Alteração das condições climáticas favoráveis à prática de atividades de lazer e de turismo (ondas de calor, incêndios, enxurradas, erosão e turismo náutico (ET03) Impactes sobre a manutenção, reparação e garantia do bom estado das vias (MOB01) Necessidade de melhoria, adaptação e integração das infraestruturas de transporte (MOB03)	Aumento da poluição atmosférica: reações inflamatórias do pulmão, sintomas respiratórios, efeitos adversos no sistema cardiovascular (SH10) Afetação da qualidade do abastecimento de água e saneamento bem como da gestão de resíduos sólidos urbanos (ET07) Mudanças dos padrões de mobilidade e impacto na necessidade de meios com capacidade coletiva e de grande número de pessoas (MOB02) Desafios à eficiência energética, novos materiais, novas tecnologias de tratamento e valorização (ET08)
Consequência do Impacte			

4.4 Fase III – Opções de adaptação, integração e gestão

4.4.1 Fase III – Definição de eixos, opções e medidas de adaptação

Da análise da realidade local, à luz de vários documentos técnicos, resultou a seleção de um conjunto de medidas de ação climática, sequenciadas no tempo, cujo propósito é contribuir, eficazmente, para, por um lado, diminuir as vulnerabilidades presentes no território e, por outro, potenciar oportunidades de desenvolvimento sustentável do mesmo.

Por uma questão de sistematização de informação, as medidas identificadas foram agrupadas por eixos e por opções.

4.4.1.1 Eixo I - Investigação e conhecimento

O eixo I integra 5 opções de abrangência regional e carácter multidisciplinar que se desdobram em 15 medidas de adaptação.

Este eixo, centrado na Investigação, visa a produção de conhecimento sobre os sistemas e ciclos biogeoquímicos locais associados à avaliação e gestão do meio natural, nomeadamente, através da criação de uma rede de deteção e realização de estudos que incluem a análise de riscos, segurança alimentar, dinâmicas de sedimentação e processos de ocupação e uso do solo.

São ainda de destacar as medidas com o propósito de instalar, reforçar e operacionalizar uma rede meteorológica capaz de registar as heterogeneidades do território e analisar e perspetivar a evolução de riscos com o intuito de gerar informação que permita atualizar as vulnerabilidades territoriais e desenvolvimento de uma estratégia ambiental concelhia (Quadro 4. 15).

Eixo I - Opção I.1 Instalação de uma rede de observação sensores terrestres	
IC.1.1	Instalação de uma rede de sensores de observação terrestres
IC.1.2	Reforço e operacionalização da rede meteorológica e climatológica
IC.1.3	Reforço das estações de observação da qualidade do ar, do ruído e da qualidade da água
IC.1.4	Integração das redes locais nas redes de parâmetros ambientais nacionais
Eixo I - Opção I.2 Análise do risco, serviços de ecossistemas e resiliência do território	
IC.2.1	Definição e implementação de um programa e sistema de observação, monitorização e avaliação ecológica
IC.2.2	Modelação de riscos e serviços de ecossistemas de apoio ao planeamento e gestão territorial e setorial
IC.2.3	Análise, modelação e simulação do risco de incêndios florestais de suporte ao planeamento
IC.2.4	Avaliação de riscos biológicos associados aos organismos presentes nas espécies invasoras
Eixo I - Opção I.3 Avaliação e gestão das dinâmicas de ocupação e uso do solo	
IC.3.1	Avaliação e modelação hidrológica da bacia hidrográfica, transporte, sedimentação, cheias e inundações.
IC.3.2	Análise das dinâmicas de intensificação, concentração, ocupação e usos do solo
Eixo I - Opção I.4 Produção e segurança agroalimentar regional	
IC.4.1	Promoção dos sistemas tradicionais de agricultura associadas à valorização dos recursos endógenos
IC.4.2	Desenvolvimento de uma estratégia alimentar territorial suportada em reservas, produção local vegetal e animal e diminuição/eliminação do desperdício alimentar
Eixo I - Opção I.5 Integração em redes, projetos e redes de investigação internacionais	
IC.5.1	Promoção, integração e dinamização de redes, projetos e eventos internacionais na monitorização, adaptação e ação climática
IC.5.2	Integração nas redes internacionais de recolha, registo e partilha de dados sobre alterações climáticas
IC.5.3	Promoção do empreendimento e a valorização competitiva do potencial endógeno e desenvolvimento local

4.4.1.2 Eixo II - Medidas e ações de intervenção

O eixo II divide-se 4 opções de intervenção, transversais a todos os setores, constituídas por 22 medidas.

Neste Eixo, são propostas ações incidentes sobre os impactes, vulnerabilidades e riscos territoriais, bem como, oportunidades de desenvolvimento territorial e revisão de instrumentos de gestão territorial.

Nas opções de adaptação incluem-se medidas para salvaguardar a diversidade geológica e biodiversidade regional, promoção de sistemas tradicionais associados à produção agroalimentar, implementação de planos de arborização regional e de gestão sustentável do espaço florestal, desenvolvimento de intervenções no ciclo natural e urbano da água, gestão de zonas ribeirinhas, promoção da melhoria da saúde pública e segurança de pessoas e bens, promoção do desenvolvimento de uma economia circular de baixo carbono, adoção de planos sustentáveis de mobilidade e consumo da energia, e ainda, revisão dos processos de planeamento, ordenamento do território, urbanismo e gestão territorial no quadro da ação climática (Quadro 4. 16) e (Quadro 4. 17).

Eixo II - Opção II.1 Intervenções sobre a geobiodiversidade, riscos geológicos e biológicos e a qualificação ambiental

II.1.1	Avaliação, definição e instalação de uma rede ecológica concelhia que considere e integre as principais funções e serviços ambientais, bem como o reforço dos espaços protegidos públicos
II.1.2	Definição e implementação de novas abordagens e modelos de governança e gestão colaborativa de espaços protegidos e classificados
II.1.3	Valorizar o território através da paisagem Pogramas e iniciativas de promoção e manutenção das unidades e dos mosaicos de paisagem na relação com a conservação e valorização do património cultural e natural
II.1.4	Proteger e garantir a preservação do património genético (animal, vegetal e de fungos)
II.1.5	Monitorizar e melhorar as intervenções de prevenção e controlo de pragas e doenças (espécies agrícolas e florestais)

Eixo II - Opção II .2 Promoção de sistemas tradicionais, dotados de sistemas inteligentes de valorização agrícola

II.2.1	Promoção do papel da agricultura e da floresta na regulação dos ciclos biogeoquímicos locais, em particular na conservação da quantidade e da qualidade do solo e da água
II.2.2	Promoção do aumento do armazenamento e melhoria da eficiência dos sistemas de captação, distribuição e consumo de recursos hídricos para regadio
II.2.3	Promoção de sistemas de produção integrada, de agricultura biológica e agricultura de precisão
II.2.4	Aumento das culturas em sistemas de produção protegidas (em abrigo), para a multiplicação de plantas e novos sistemas de agricultura
II.2.5	Promoção da produção e adaptação das variedades agrícolas locais e raças autóctones para fornecimento à indústria e dos produtos agroalimentares
II.2.6	Definição e criação de circuitos curtos alimentares, modos de comercialização sustentáveis e promoção da certificação de produtos agroalimentares regionais e locais
II.2.7	Através do cadastro predial rural dinamizar a criação de bolsas de terras rurais disponíveis

Quadro 4. 17 – Eixo II - Medidas e Ações de Intervenção, opções II.3 e II.4

Eixo II - Opção II.3 Plano de arborização regional e promoção de uma gestão sustentável das atividades e espaço florestal

II.3.1	Promoção do planeamento de arborização florestal
II.3.2	Certificação florestal individual com vista à valorização da fileira florestal associada à implementação de figuras e modelos de gestão florestal sustentável
II.3.3	Desenvolvimento e aplicação de um Plano concelhio de Fogo Controlado no quadro de um uso de queimas para gestão de combustíveis e diminuição estrutural e funcional do risco de incêndio.
II.3.4	Promoção do sequestro de carbono e de outros serviços de ecossistemas

Eixo II Opção II.4 Promoção de intervenções sobre o ciclo natural e urbano da água para promover a quantidade e qualidade dos recursos hídricos

II.4.1	Gestão do recurso água num contexto de mudança climática, avaliação, modelação, monitorização e gestão do ciclo natural da água
II.4.2	Identificação, planeamento e gestão das zonas de máxima infiltração na sua relação com a quantidade e qualidade de água subterrânea
II.4.3	Plano de contingência e gestão de recursos hídricos em casos de seca extrema na relação com as fontes, cargas e processos de poluição associados aos locais e modos das captações e modelos de utilização
II.4.4	Combate às perdas nos sistemas de abastecimento público de água, do consumo e aumento da cobertura à população da rede pública de abastecimento de água
II.4.5	Plano de intervenção em situação de cheias fluviais
II.4.6	Implementação de boas práticas de gestão e planos de segurança de água, de gestão de resíduos de efluentes em zonas de habitação, zonas industriais e de serviços

4.4.1.3 Eixo III – Monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão

O eixo III é constituído por 1 opção e 3 medidas referentes à monitorização e implementação de sistemas de apoio á decisão e aposta em soluções baseadas em plataformas digitais para a comunicação entre entidades municipais e cidadãos (Quadro 4. 18).

Quadro 4. 18 - Eixo III - Monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão

Eixo III - Opção III.1 Plataformas digitais de observação e apoio á decisão

III.1.1	Dotar o município de uma plataforma digital de dados históricos e atuais de registos climáticos na relação com os sistemas intermunicipais de vigilância
III.1.2	Promoção de produtos e serviços digitais em particular ao nível dos sistemas de apoio à decisão da ação climática
III.1.3	Criação de sistemas intersectoriais de vigilância epidemiológica regionais

4.4.1.4 Eixo IV – Organização, sensibilização e capacitação

O eixo IV divide-se em 2 opções e 7 medidas de organização e preparação dos agentes sociais e económicos em particular dos agentes de proteção civil, com o principal objetivo de fomentar a comunicação e articulação entre órgãos decisores e equipas de proteção civil e socorro, e ainda, incrementar a participação cívica de voluntariado e mecenato (Quadro 4.19).

Quadro 4. 19 - Eixo IV – Organização, sensibilização e capacitação

Eixo IV - Opção IV.1 Capacitação, sensibilização e formação dos agentes locais e população e apoio à decisão dos decisores técnico-políticos

IV.1.1	Implementação de ações de deteção e controlo de riscos biológicos e ocorrências de poluição
IV.1.2	Reforço da capacidade e dos meios de equipas de proteção civil e emergência
IV.1.3	Reforço da oferta regular de formação em riscos, proteção civil, segurança e emergência
IV.1.4	Disponibilização de meios adequados para os agentes de Proteção Civil

Eixo IV - Opção IV.2 Ações de sensibilização, responsabilização e voluntariado

IV.2.1	Ações de sensibilização sobre os públicos escolares e grupos etários vulneráveis
IV.2.2	Promoção do voluntariado e outras ações de mecenato
IV.2.3	Promoção da resiliência através da inclusão social e da responsabilidade civil das empresas

4.4.1.5 Eixo V - Cooperação intermunicipal

A intermunicipalidade integra 5 medidas de promoção e melhoria da cooperação de grupos de trabalho técnicos e políticos, no âmbito da cooperação e intervenção em matéria de ação climática.

Das medidas identificadas importa destacar o planeamento, coordenação e programação de meios e operações conjuntas de proteção civil e emergência (Quadro 4.20).

Quadro 4. 20 - Cooperação intermunicipal

Eixo V - Opção V.1 Cooperação intermunicipal

V.1.1	Desenvolvimento de um plano de ação e intervenções conjuntas ao nível de uma Agenda Intermunicipal para Ação Climática traduzida em instrumentos de financiamento, coordenação e ação conjunto no espaço da CIM Cávado
V.1.2	Reforço da capacidade operativa de gestão integrada da monitorização climática dos recursos hídricos
V.1.3	Desenvolvimento de um sistema de monitorização e gestão integrada dos rios, Vade, Neiva, Homem e Cávado
V.1.4	Planeamento, coordenação e programação de meios e operações conjuntas de proteção civil e emergência entre os municípios da CIM Cávado e CIM Alto Minho e CIM do Ave
V.1.5	Integração de investigadores em grupos de trabalho e iniciativas de investimento e propostas europeias conjuntas de Ação Climática

4.4.2 Integração da adaptação em políticas setoriais e intermunicipais

Os eixos, medidas e ações propostas apresentam enquadramento e relação com um conjunto de processos e documentos orientadores a nível europeu e nacional entre os quais se destacam:

- i. EU Adaptation Strategy;
- ii. European Green Deal;
- iii. Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT);
- iv. Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI 2030);
- v. Roteiro Nacional de Baixo Carbono 2050;
- vi. Plano Nacional Integrado Energia e Clima 2021-2030;
- vii. Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade para 2030 (ENCNB 2030).

Algumas das medidas propostas implicam a adequação recíproca dos instrumentos de política, do planeamento e ordenamento, bem como da gestão territorial ao nível de aspetos de carácter legal, normativo e regulamentar que regulam o espaço entre os planos municipais, intermunicipais e regionais e destacam-se:

- i. Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT);
- ii. Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF);
- iii. Zonas de Intervenção Florestal (ZIF) e Planos de Gestão Florestal (PGF);
- iv. Plano de Gestão da Região Hídrica (PGRH);
- v. Plano de Gestão de Riscos de Inundações (PGRI);
- vi. Plano Diretor Municipal (PDM);
- vii. Planos Municipal de Emergência e Proteção Civil (PMEPC);
- viii. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI);

A integração destas medidas pretende conferir valor legal e legislativo e, será assumida pelo município através de uma série de ações como sejam:

- i. atualização do regulamento de indicadores usados como parâmetro de referência;
- ii. transposição de orientações para programas estratégicos municipais existentes;
- iii. reclassificação do solo na planta de condicionantes, ordenamento e zonamento;
- iv. avaliar propostas de investimento a planos de financiamento.

A aplicação das medidas implica adaptação dos atores da administração, dos setores associativos e dos atores privados, através de ações de capacitação, organização e sensibilização associadas a novos modelos de colaboração e responsabilização entre as entidades da administração central, regional e local num quadro de descentralização.

4.3.3 Modelo de governança e monitorização do PMAC

A complexidade, multidisciplinariedade e abrangência do PMAC necessita de um modelo de gestão que garanta a execução e monitorização do mesmo, bem como, a manutenção de um carácter colaborativo, inclusivo, participativo e de revisão continua ao longo do período de implementação (2020-2050).

A definição de uma comissão de acompanhamento assume, assim, um papel fundamental para que o plano de ação seja concretizado através de uma forma de governação coerente, integrada e multinível.

A comissão de acompanhamento do PMAC na sua relação com painel intermunicipal deve, ainda, assumir uma dimensão organizacional e institucional representativa por forma a aprovar a proposta e implementação de medidas, emitir pareceres sobre os relatórios regulares de acompanhamento, de execução e impactes das medidas de ação climática.

Em síntese, a comissão de acompanhamento deve, na relação com a implementação da medida e respetiva gestão, procurar esclarecer junto dos promotores e todos as partes interessadas elementos relativos:

- i. à definição, responsabilização e atribuição de condições aos tomadores das ações;
- ii. à criação de um quadro de envolvimento, execução e responsabilização partilhada e hierarquizada na autoridade, legitimidade e afetação de meios legais, técnicos e económico-financeiros para a execução das medidas previstas;
- iii. à proposta de um modelo e sistema de observação e monitorização da execução e dos respetivos impactes e resultados;
- iv. ao estabelecimento de um sistema de revisão regular e ajustamento periódico do plano de acordo com as fases de implementação e ciclos de investimento;
- v. à implementação de uma plataforma institucional e informática de apoio à gestão do plano.

A constituição da comissão de acompanhamento deve englobar a CIM Cávado, por, naturalmente apresentar um papel de articulação das atuações entre os municípios, os serviços da administração central e entidades ou instituições que pelo seu conhecimento

e capacidade fazem parte do Conselho Estratégico para o Desenvolvimento Intermunicipal (CEDI) da CIM Cávado.

A monitorização do PMAC de Vila Verde será assumida pela Câmara Municipal por forma a garantir:

- i. a gestão na execução de ações à escala municipal, através da atribuição de responsabilidades e incentivos à cooperação entre atores e promotores na elaboração de candidaturas a instrumentos financeiros como os fundos europeus estruturais de investimento ou os mecanismos financeiros do espaço económico europeu;
- ii. a orientação e acompanhamento do processo junto das autarquias partilhando dados relevantes (conhecimentos específicos, obstáculos encontrados, atualização de projeções climáticas, opinião pública ou análise de relatórios resultantes de processos de monitorização);
- iii. a monitorização do estado de implementação das medidas propostas e necessidade de adequação ou reformulação das mesmas;
- iv. a realização de um relatório anual de monitorização da mudança climática no concelho;
- v. desenvolvimento de instrumentos de governança através do desenvolvimento de ações guias de boas práticas.

5. CONCLUSÃO

As Alterações Climáticas são evidentes e o aumento crescente dos seus impactes (in)diretos e cumulativos desafiam a sustentabilidade e a necessidade de implementar uma transição energética, digital, social e económica dos espaços locais/municipais. Neste quadro, é imperativo que se priorize a conjugação de esforços na criação de propostas e respostas à realidade atual, considerando a realidade local e as projeções para o médio e longo prazos.

O concelho de Vila Verde encontra-se e será condicionado pelos impactes de eventos climáticos extremos. Para desenhar e implementar medidas de ação para a resiliência às alterações climáticas, e ainda, através de instrumento legislativo, cumprir com a Lei de Bases do Clima (Lei 98, 2021 de 31 de dezembro) elaborou-se o presente plano de ação climática para o Município de Vila Verde.

O PMAC de Vila Verde visa dotar o município de instrumentos de definição das linhas de ação necessárias para alcançar as metas de redução de emissões GEE e neutralidade climática até 2050.

Desta forma e no imediato, é necessário aumentar a resiliência do território e fomentar a melhoria das condições de vida das populações, tendo por base a sustentabilidade ambiental e social e o crescimento económico.

Este plano desenvolveu-se em três fases, a primeira dedicada ao enquadramento, caracterização e diagnóstico, a segunda à avaliação de impactes e a terceira definiu os eixos de ação, opções e medidas de adaptação associados aos modelos de implementação, monitorização e governança.

As medidas resultam de propostas de cinco eixos: investigação e conhecimento; ações de intervenção; monitorização e implementação de sistemas de apoio à decisão; organização, sensibilização e capacitação e por último, cooperação intermunicipal. No segundo eixo incluem-se as dimensões de intervenção sobre os ciclos hidrológicos naturais e humanos, a conservação da natureza, do solo e da agrobiodiversidade na relação como reforço da rede regional ecológica, bem como da transição e económica, alimentar, energética e social, e ainda a qualificação dos espaços públicos em participar nas áreas sensíveis, elementos e populações vulneráveis.

Para a implementação do PMAC de Vila Verde é crucial a mobilização da sociedade e das comunidades, bem como o aproveitamento de todos os fundos europeus e nacionais

para intervenção no domínio da adaptação às Alterações Climáticas, e ainda, o incentivo a entidades privadas, ao mecenato e ao voluntariado para participarem no processo de ação para melhorar a qualidade ambiental no território.

6. BIBLIOGRAFIA

- Alonso et al. (2014). *Risco de cheia e inundação: exposição e adaptação na área ribeirinha de Ponte de Lima*. *Territorium* 21. Volume 33, issue 48 pp.33-47. DOI: 10.14195/1647-7723_21_4.
- AMVC. (2008). *Associação de Municípios do Vale do Cávado, ESTUDO DE VALORIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ESTRATÉGICO DOS RIOS CÁVADO E HOMEM*.
- APA. (2015). *GUIA METODOLÓGICO PARA ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS MUNICIPAIS DE ADAPTAÇÃO  S ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS*.
- APA. (2022). *Orientações para os Planos Regionais de A  o Climática (LEI DE BASES DO CLIMA Lei n.  98/2021)* APA 2022, V1.0.
- APA. (2023). *Agência Portuguesa do Ambiente - Fator de Emissão da Eletricidade - 2023*.
- Arrieta et al. (2005). *Influence of ambient temperature on combined-cycle power-plant performance*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2004.04.007>.
- Avila et al. (2023). *Guidelines and framework to assess the feasibility of starting pre-emptive risk assessment of classical biological control agents*. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105387https://>.
- Biesbroek, G. R., Swart, R. J., Carter, T. R., Cowan, C., Henrichs, T., Mela, H., Morecroft, M. D., & Rey, D. (2010). Europe adapts to climate change: Comparing National Adaptation Strategies. *Global Environmental Change*, 20(3), 440–450. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2010.03.005>
- Blanchet et al. (2023). *Global warming potential comparison between green and conventional roofs in cold climate using life cycle assessment*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138314>.
- Bloom et al. (2008). *Climate change impact of wind energy availability in the Eastern Mediterranean using the regional climate model PRECIS*. <https://doi.org/10.5194/nhess-8-1249-2008>, 2008.
- Callaway, J. M. (2004). *Adaptation benefits and costs: Are they important in the global policy picture and how can we estimate them - Global Environmental Change* 14(3):273-282. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.04.002>.
- Canaveira et al. (2013). *Relatório de Progresso da Estratégia Nacional de Adaptação  s Alterações Climáticas Relatório Integrado*.
- Carvalho, A., Schmidt, L., Santos, F. D., & Delicado, A. (2014). Climate change research and policy in Portugal. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 5(2), 199–217. <https://doi.org/10.1002/WCC.258>
- CCE. (2000). *COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO CONSELHO E AO PARLAMENTO EUROPEU sobre políticas e medidas da UE para a redução das emissões de gases com efeito de estufa: Rumo a um programa europeu para as alterações climáticas - Bruxelas, 8.3.2000 COM(2000) 88 final (ECCP)*.

- CE. (2009). *LIVRO BRANCO DO COMITÉ DAS REGIÕES SOBRE A GOVERNAÇÃO A VÁRIOS NÍVEIS*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009IR0089&from=SV>.
- CE. (2019). *COMUNICAÇÃO DA Pacto Ecológico Europeu -COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU E AO COMITÉ DAS REGIÕES*.
- CE. (2021). *Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9419-2021-INIT/pt/pdf>.
- CIM-Cávado. (2024). *Sistema de aquisição e monitorização das vulnerabilidades da NUT III Cávado às alterações climáticas*. <https://www.cimcavado.pt/sistema-de-monitorizacao/>.
- Clarke et al. (2006). *Climate Change Mitigation: An Analysis of Advanced Technology Scenarios - Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC05-76RL01830*.
- Coelho et al. (2009). *Potential effects of climate change on northwest Portuguese coastal zones*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp132>.
- Cramer, W., Yohe, G., al., et., & House, J. I. (2014). *Detection and Attribution of Observed Impacts: Climate Change 2014: Impacts Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://research-information.bris.ac.uk/en/publications/detection-and-attribution-of-observed-impacts-climate-change-2014>
- Crosson et al. (2023). *Mitigation of greenhouse gas emissions in pasture-based dairy-beef production systems*. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103748>.
- DGEG. (2024). *DGEG*. <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/eletricidade/consumo-por-municipio-e-setor-de-atividade/>.
- Dias et al. (2016). *AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADES ATUAIS MANUAL ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS MUNICIPAIS DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS*. Dias, L., Capela Lourenço, T. et al. (2016). *ClimAdaPT.Local – Manual Avaliação de Vulnerabilidades Atuais*, Lisboa, ISBN: 978-989-99084.
- Dias et al. (2016). *ClimAdaPT.Local – Manual Avaliação de Vulnerabilidades Atuais*, Lisboa, ISBN: 978-989-99084-8-2.
- Diretiva 87/CE. (2003). *DIRETIVA 2003/87/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 13 de Outubro de 2003 relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho*.
- EEA. (2008). *Effectiveness evaluation of the European Environmental Agency, revised final report*. European Environmental Agency, pp. 98. Technopolis Ltd. Brighton, UK.
- EM-DAT. (2023). *EM-DAT – Global Database For Comprehensive Disaster data*.

<https://doc.emdat.be/docs/>.

- ENAAAC. (2020). *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)*.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Educacao_Ambiental/documentos/enaac_consulta_publica.pdf.
- EURO-CORDEX. (2016). *Land-atmosphere coupling in EURO-CORDEX evaluation experiments*. <https://doi.org/10.1002/2016JD025476>.
- Fazey, I., Moug, P., Allen, S., Beckmann, K., Blackwood, D., Bonaventura, M., Burnett, K., Danson, M., Falconer, R., Gagnon, A. S., Harkness, R., Hodgson, A., Holm, L., Irvine, K. N., Low, R., Lyon, C., Moss, A., Moran, C., Naylor, L., ... Wolstenholme, R. (2017). Transformation in a changing climate: a research agenda. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1301864>, 10(3), 197–217.
- FIRMS. (2023). *Fire Information for Resource Management System*.
<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/firms>.
- GGP. (2018). *Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP)*. ISSN: 2183-5624 Depósito Legal: 394697/15.
- Hamann et al. (2020). *ClimateEU, scale-free climate normals, historical time series, and future projections for Europe*. <https://www.nature.com/articles/s41597-020-00763-0>. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00763-0>
- Hijioka et al. (2008). *Global GHG Emission Scenarios under GHG Concentration Stabilization Targets* Yasuaki Hijioka, Yuzuru Matsuoka, Hiromi Nishimoto, Toshihiko Masui, Mikiko Kainuma pp.97-108.
- IPCC-WGII. (2010). *IPCC Expert Meeting on Assessing and Combining Multi Model Climate Projections* National Center for Atmospheric Research Boulder, Colorado, USA 25-27 January 2010.
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report forms the fourth volume of the International Panel on Climate Change (IPCC) Third Assessment Report, and is composed of the Synthesis Report itself, the Summaries for Policymakers and Technical Summaries of the three* .
- IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- IPCC. (2007). *TOWARDS NEW SCENARIOS FOR ANALYSIS OF EMISSIONS, CLIMATE CHANGE, IMPACTS, AND RESPONSE STRATEGIES IPCC EXPERT MEETING REPORT 19–21 September, 2007* ISBN: 978-92-9169-125-8 Noordwijkerhout, The Netherlands.
- IPCC. (2010). *IPCC Expert Meeting on Assessing and Combining Multi Model Climate Projections*.
- IPCC. (2013). *CLIMATE CHANGE 2013 The Physical Science Basis* - ISBN 978-92-9169-138-8.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I; II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel*

- on Climate Change. IPCC; Geneva; Switzerland; 151.
- IPCC. (2022). *IPCC - Sexto Relatório de Avaliação do IPCC: Mudança Climática 2022*.
- IPCC. (2023). *CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report*.
- IPMA. (2015). *Boletim Climatológico Anual – 2015 Portugal Continental*. https://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes/online/20160118/EHqOkNyqVxeHzzqfavaa/cli_20150101_20151230_pcl_aa_co_pt.pdf.
- IPMA. (2023a). *Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IP Divisão Clima e Alterações Climáticas - Boletim anual*.
- IPMA. (2023b). *PLANO DE GESTÃO DOS RISCOS DE INUNDAÇÕES DA RH2 - CÁVADO, AVE E LEÇA*.
- JRC. (2009). *Annual Report 2009. Joint Research Centre. European Commission. Luxembourg*. DOI: 10.2788/54084.
- Kerry. (2005). *Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years*. DOI: 10.1038/nature03906.
- Kruse, S., Pütz, M., Pütz, M., & Pütz, P. (2014). Adaptive Capacities of Spatial Planning in the Context of Climate Change in the European Alps. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.860516>, 22(12), 2620–2638. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.860516>
- Kurnik et al. (2014). *An assessment of actual evapotranspiration and soil water deficit in agricultural regions in Europe*. <https://doi.org/10.1002/joc.4154>.
- Lei 98. (2021). *Lei de Bases do Clima - ASSEMBLEIA DA REPÚBLICA Lei n.º 98/2021 de 31 de dezembro*.
- Lei n.º 98 de 31 dezembro 2021. (2021). *Diário da República, 1.ª série, 31 de dezembro de 2021*.
- Lukat et al. (2013). *Regional and Local Adaptation in the EU since the Adoption of the EU Adaptation Strategy in 2013*. <https://doi.org/10.2863/553298>
- MAOT. (2002). *Programa POLIS—POLIS em números. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa*.
- Marchante et al. (2016). *Engaging Society to Fight Invasive Alien Plants in Portugal—One of the Main Threats to Biodiversity*. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-32318-3_8.
- Martinez et al. (2021). *Wind resource evolution in Europe under different scenarios of climate change characterised by the novel Shared Socioeconomic Pathways*. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.113961>.
- Mees, H., & Driessen, P. (2018). A framework for assessing the accountability of local governance arrangements for adaptation to climate change. <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1428184>, 62(4), 671–691. <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1428184>

- Moreira et al. (2016). *Alterações climáticas e suas consequências... The Overarching Issues of the European Space: Rethinking Socioeconomic and Environmental Problems...Porto: FLUP, pp. 203-219.*
- Moya et al. (2021). *Forest-ecology-and-management - The impact of fire on soil-dwelling biota: A review.* <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118989>.
- NOAA. (2022). *Greenhouse gases continued to increase rapidly in 2022 Carbon dioxide, methane and nitrous oxide rise further into uncharted levels -* <https://www.noaa.gov/news-release/greenhouse-gases-continued-to-increase-rapidly-in-2022>.
- Observatório-Energia. (2021). *Observatório da Energia. ESTUDO-ARMAZENAMENTO-DE-ENERGIA_Texto_Final_revisto-OBS-v2.pdf.*
- Parker et al. (1998). *Measured and simulated performance of reflective roofing systems in residential buildings.* CONF-980123- Journal ID: ISSN 0001-2505.
- PDEPC. (2016). *PLANO DISTRITAL DE EMERGÊNCIA DE PROTEÇÃO CIVIL DE BRAGA .* <http://planos.prociv.pt/Documents/131220381308046154.pdf>.
- Pereira. (2020). *CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E AGRONÓMICA DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS CULTURAIS PARA MINIMIZAR O STRESS ESTIVAL EM VITIS VINIFERA L. NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO.* ID: 127591852.
- Pereira et al. (2002). *Preliminary evaluation of pea seed meal in diets for gilthead sea bream (Sparus aurata) juveniles.* <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00782.x>.
- Persson. (2009). *Maize ethanol feedstock production and net energy value as affected by climate variability and crop management practices.* <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.11.004>.
- PNI2030. (2023). *Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI2030).* <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=%3d%3dBQAAAB%2bLCAAAAAAABAAzNDCzNACAH%2bXPAUAAAA%3d>.
- Resolução Conselho de Ministros nº 56/2023. (2023). *Dia da Sustentabilidade, Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2023, de 9 de junho.*
- Riahi, K., Grübler, A., & Nakicenovic, N. (2007). *Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. Technological Forecasting and Social Change, 74(7), 887–935.* <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2006.05.026>
- RNC2050. (2019). *ROTEIRO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA 2050 (RNC2050) ESTRATÉGIA DE LONGO PRAZO PARA A NEUTRALIDADE CARBÓNICA DA ECONOMIA PORTUGUESA EM 2050.*
- Rowe et al. (2023). *Implementing EDI across a large formal research network: Contributing to equitable and sustainable water solutions for a changing climate.* <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2023.103881>.

- Santos et al. (2002). Santos, F.D., Forbes, K., e Moita, R., 2002. *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project*, Gradiva, Lisboa, Portugal, pp. 454.
- Santos et al. (2006). *Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II*.
- Silva et al. (2018). *CULTIVAR Cadernos de Análise e Prospetiva e Prospetiva N.º 12 | junho de 2018. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP)*. https://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/CULTIVAR_12/CULTIVAR-12.pdf.
- Somanathan et al. (2015). *National and Sub-national policies and Institutions. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate*. Cambridge University Press, Cambridge, Unit.
- UE. (2007). PT PT COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS COM(2007) 354 final *LIVRO VERDE DA COMISSÃO AO CONSELHO, AO PARLAMENTO EUROPEU, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU E AO COMITÉ DAS REGIÕES Adaptação às alterações climáticas na Europa-possibilidades de acção da U*.
- UE. (2017). *Publications Office of the European Union*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107518>. <https://dx.doi.org/10.2760/290197>.
- UKCIP. (2007). *Identifying adaptation options*. https://www.ukcip.org.uk/wp-content/PDFs/ID_Adapt_options.pdf.
- UN. (1988). *General Assembly A/RES/43/53*. 6 de dezembro de 1988. Disponível em: <http://www.un.org/documents/ga/res/43/a43r053.htm>.
- UN. (1992). *DECLARAÇÃO DO RIO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO* Rio de Janeiro, de junho de 1992.
- UN. (2015). *Convenção Quadro sobre Mudança do Clima - Conferência das Partes Vigésima primeira sessão Paris, 30 de novembro a 11 de dezembro de 2015*.
- UNEP. (2002). *Annual Report for 2002. United Nations Environmental Program*. pp.64. Disponível em: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8556/UNEP_Annual_Report_2002.pdf?sequence=4&isAllo wed=y.
- UNFCCC. (2003). *Convenção-Quadro das Nações Unidas relativa às Alterações Climáticas (UNFCCC) e o seu Protocolo de Quioto constituem o único enquadramento internacional para combate às alteraÁies climáticas - MEMO/03/154 Bruxelas, 23 Julho de 2003*.
- Vuuren et al. (2007). Stabilizing greenhouse gas concentrations at low levels: an assessment of reduction strategies and costs. *Climatic Change*, 81(2), 119–159. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9172-9>
- Vuuren et al. (2011). *The representative concentration pathways: an overview*. *Climatic Change* (2011) 109:5–31 DOI 10.1007/s10584-011-0148-z.

Yan et al. (2021). *Mechanism of eutrophication process during algal decomposition at the water/sediment interface*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127175>.