AJAP
Associação dos Jovens Agricultores de Portugal

Manual Adaptação às Alterações Climáticas no MUNDO RURAL

Cofinanciado por:

PDR 2020 PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO RURAL 2014-2020

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural
A Europa investe nas zonas rurais

Manual Adaptação às Alterações Climáticas no MUNDO RURAL

Ficha técnica

Título: Manual Adaptação às Alterações Climáticas no Mundo Rural

Autor: Associação dos Jovens Agricultores de Portugal

Lisboa | 2021

Grafismo e Paginação: Miguel Inácio
Impressão: GMT Gráficos
Tiragem: 250 ex.
Depósito Legal: 488549/21
ISBN: 978-989-8319-51-7

Distribuição Gratuita

ÍNDICE

NOTA INTRODUTÓRIA ... 9

1 - ENQUADRAMENTO ... 11

2 - ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA ... 15
2.1 - Porquê adaptar ... 16
2.2 - Modelos de Política Climática ... 17

3 - VULNERABILIDADES METEOROLÓGICAS ... 21
3.1 - Precipitação Excessiva ... 26
3.2 - Onda de Calor ... 27
3.3 - Seca ... 29
3.4 - Vento Forte ... 31
3.5 - Ondas de Frio ... 32

4 - IMPACTOS ESPERADOS ... 35

5 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA ... 41
5.1 - Adaptação e Novas Práticas Culturais ... 44
5.1.1 - Agricultura de conservação ... 45
5.1.2 - Agrofloresta ... 52
5.1.3 - Introdução de espécies aromáticas ... 55
5.1.4 - Prados Permanentes (Orlas Multifuncionais) ... 56
5.1.5 - Agricultura Biológica ... 58
5.1.6 - Sistemas pecuários ... 59
5.1.7 - Floresta ... 62
5.1.8 - Espécies invasoras ... 71

5.2 - Recursos Hídricos ... 74
5.2.1 - Uso de sistemas de rega eficiente ... 74
5.2.2 - Paisagens de retenção de água ... 76
5.2.3 - Linhas de água ... 80

5.3 - Fichas de Adaptação às Alterações Climáticas ... 86
5.3.1 - Medidas de adaptação sustentável para culturas arvenses ... 86
5.3.2 - Medidas de adaptação sustentável para culturas permanentes ... 97
5.3.3 - Medidas de adaptação sustentável para a produção de Gado (foco no leite) ... 101

REFERÊNCIAS ... 109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Carta de perigosidade de cheias e inundações 26
Figura 2 - Carta de suscetibilidade a ondas de calor 28
Figura 3 - Carta de suscetibilidade a secas 30
Figura 4 - Carta de suscetibilidade a ventos fortes 32
Figura 5 - Carta de suscetibilidade a ondas de frio 33
Figura 6 - Carta de suscetibilidade à desertificação (Índice de Aridez 1980/2010) 46
Figura 7 - Exemplo de uma sementeira direta 48
Figura 8 - Exemplos de montado com diferentes sistemas pastoris 53
Figura 9 - Exemplos de sistemas agroflorestais 55
Figura 10 - Enrelvamento na vinha 57
Figura 11 - Número de incêndios rurais e correspondente extensão de área ardida em Portugal Continental, por ano, entre 1 de Janeiro e 15 de outubro de 1999 a 2020 68
Figura 12 - Carta de perigosidade estrutural 2020-2030 e freguesias prioritárias para 2020 69
Figura 13 - Sistema de rega gota-a-gota; Estação meteorológica de automatização do processo de rega 75
Figura 14 - Exemplo de uma paisagem de retenção de água 77
Figura 15 - Evolução da Paisagem em Tamera com a implementação de um sistema de diques e valas em cadeia 79
Figura 16 - Imagem área de Tamera em 2006 e 2014, antes e depois da conclusão da construção dos lagos 79
Figura 17 - Margem a considerar para a limpeza de linhas de água 81
Figura 18 - Exemplo de uma grade viva 84
Figura 19 - Exemplo de entrançado vivo 85
Figura 20 - Exemplo de uma faxina viva 85
Figura 21 - Exemplo de estacaria viva 85
Figura 22 - Exemplo da Condutividade Elétrica Aparente do solo de uma parcela 90
Figura 23 - Exemplo de alfaia para o sistema Keyline; Exemplo do terreno após passagem com sistema Keyline 98
Figura 24 - Swales 98
Figura 25 - Edifício com telhado em painéis fotovoltaicos 104
Figura 26 - Esquema de arrefecimento passivo 106

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos principais impactos esperados por tipologia de evento climático 24
Tabela 2 - Principais ocorrências recentes de secas com impactos na economia e no abastecimento público de água 29
Tabela 3 - Impactos potenciais por eventos meteorológicos na agricultura e floresta (por fileira) 37
Tabela 4 - Vantagens da Agricultura de Conservação 49
Tabela 5 - Espécies atractoras de insetos auxiliares e polinizadores e repelentes de pragas 56
Tabela 6 - Principais impactos de espécies exóticas nos ecossistemas naturais 72

SIGLAS

ANEPC Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
EAAFAC Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas
ENAAC Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*
GEE Gases com Efeito de Estufa
CO_2 Dióxido de Carbono
eq. Equivalente
ppm Partes por milhão
CQNUAC Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (Sigla em Inglês – UNFCCC)
CNUMAD Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
COP Conferência das Partes (*Conference of the Parties*)
RCPs Abordagem *Representative Concentration Pathways*
PIAAC Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas
PMAAC Planos Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas
IFRC *The International Federation of Red Cross* (Federação Internacional da Cruz Vermelha)
QEPiC Quadro Estratégico para a Política Climática
CELE Comércio Europeu de Licenças de Emissão
ONU Nações Unidas
PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
OMM Organização Meteorológica Mundial
MDL Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
UE União Europeia
mEq miliequivalente
m metros
EEA *Grants European Economic Area Grants* (Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu)

NOTA INTRODUTÓRIA

A presente publicação surge no decurso do projeto intitulado "Alterações Climáticas no Mundo Rural – Impactos e Medidas de Adaptação e Mitigação", desenvolvido ao abrigo do PDR2020 (operação 2.1.4 – Ações de Informação), que objetiva a disseminação de informação técnica, designadamente no domínio do ambiente e clima, competitividade e do desenvolvimento dos territórios rurais, numa lógica de dotar os agentes do setor da produção de Produtos Agrícolas e Pecuários, Florestais e da Transformação e Comercialização de Produtos Agrícolas, de instrumentos e informação, por forma a melhor responder aos principais desafios do Mundo Rural relacionados com as Alterações Climáticas.

As alterações climáticas são inequivocamente uma das grandes ameaças ao crescimento e desenvolvimento económico-social da sociedade moderna, sendo imperativo, ora mais do que nunca, conhecer e estar informado acerca desta temática.

A AJAP - Associação dos Jovens Agricultores de Portugal apresenta o Manual dedicado ao tema da Adaptação, tendo procurado explorar, com recurso a uma pesquisa por vezes exaustiva, medidas de ajustamento nos sistemas de produção para a agricultura e para a floresta, por forma a minimizar custos e sempre que possível, a explorar novas oportunidades. A publicação complementada pelo Manual Impactos das Alterações Climáticas no Mundo Rural e pelo Manual de Mitigação às Alterações Climáticas, de certo modo representativa da procura constante de soluções da Associação visando o aumento da sustentabilidade e competitividade no Mundo Rural.

1 - ENQUADRAMENTO

1 - ENQUADRAMENTO

Nunca foi tão importante como hoje a consciencialização para a necessidade inevitável de adaptação às alterações climáticas. Já não restam dúvidas que estas alterações, vieram para ficar, são irreversíveis e a única resposta cabal possível é uma adaptação que passe por um melhor entendimento sobre as causas, para de seguida se compreender e agir sobre as soluções. Este é um tema em permanente desenvolvimento, sendo as melhores respostas e os melhores exemplos conhecidos, ainda parciais.

Ao longo da história, pessoas e atividades adaptaram-se às mudanças das condições dos contextos onde viviam ou atuavam, incluindo as mudanças climáticas naturais de longo prazo. A novidade com que as sociedades atuais se confrontam é, por um lado, o facto das mudanças estarem a ocorrer num intervalo de tempo relativamente curto e, por outro lado, existir a preocupação em incorporar o risco climático futuro na formulação das políticas, tentando minimizar o seu impacto negativo e/ou potenciar o melhor aproveitamento das oportunidades.

Enquanto resposta ao problema das alterações climáticas, existem essencialmente duas linhas de atuação: mitigação e adaptação. Se a mitigação é o processo que procura reduzir as emissões de GEE (Gases com Efeito de Estufa) da atmosfera, a adaptação procura minimizar os efeitos negativos dos impactos das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos. Sem prejuízo da indispensabilidade da primeira abordagem, dado que as alterações climáticas estão em curso e os seus impactos são, em certa medida, inevitáveis, a vertente da adaptação tem assumido crescente atenção.

A este respeito, o Livro Branco sobre as Alterações Climáticas da Comissão Europeia, refere que o principal desafio das políticas nacionais de adaptação da agricultura nas regiões do Sul da Europa é o risco de falta de água e de desertificação (Communities, 2009). Esta é uma das razões pela qual é fundamental potenciar a capacidade de retenção de água dos solos agrícolas, reduzir escoamento da água das chuvas durante o Inverno e promover a infiltração, adotar espécies vegetais mais adequadas às novas condições climáticas, aumentar a eficiência de aplicação de água de rega e assegurar a segurança da disponibilidade de água. De facto, estas constituem algumas das medidas desenvolvidas ao longo do Manual.

Também a Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas (EAAFAC) toca no mesmo problema: "a agricultura e a floresta têm vindo a ser gravemente afetadas pelas alterações do clima que se têm verificado nas últimas décadas, especialmente pela ocorrência de secas e outros eventos extremos, projetando-se até final do século XXI o agravamento das tendências observadas". É ainda referido que "os cenários de evolução climática para Portugal até ao final do séc. XXI apontam para condições progressivamente mais desfavoráveis para a atividade agrícola e florestal, decorrentes da redução da precipitação e aumento da temperatura, do agravamento da frequência e intensidade dos eventos meteorológicos extremos - como as secas - e do aumento da suscetibilidade à desertificação. A disponibilidade de água e a capacidade de rega, a fertilidade do solo e a prevenção da erosão, a gestão de risco face aos eventos extremos e à maior variabilidade climática, o acréscimo de condições favoráveis a organismos prejudiciais às culturas e às plantas e a alteração dos sistemas fitossanitário e de sanidade animal, bem como a disponibilidade de património genético animal e vegetal adaptado às novas condições climáticas, constituem os principais fatores críticos para a adaptação da agricultura às alterações climáticas expectáveis".

Dada a sua posição geográfica, Portugal é um dos países europeus mais vulneráveis aos impactos das alterações climáticas. Em Portugal continental, o aumento da temperatura média anual, por década, entre 1976 e 2006, foi próximo de 0,5°C (Santos, Dias, Aparicio, & C. Veiga-Pires, 2019). No que diz respeito à precipitação média anual, verificou-se uma diminuição da ordem de 30 a 60 mm por década entre 1961 e 2006. Em relação ao aumento observado do nível médio do mar, durante o século XX este foi de 15 cm em Portugal continental, aumento próximo da média global de 17 cm (Santos, Dias, Aparicio, & C. Veiga-Pires, 2019).

Apesar do nível de incerteza ainda associado aos cenários de evolução climática sobretudo no que respeita à precipitação, o conhecimento científico está hoje suficientemente consensualizado sobre as alterações do clima, pelo que a necessidade de adaptação para minimização dos seus efeitos é incontornável. Alguns estudos desenvolvidos para a UE projetam uma redução muito significativa da produtividade agrícola para a região mediterrânica. Do ponto de vista agrícola, existem projeções que apontam para reduções genéricas da produtividade, em 2100, de 15% a 30% em todo o território nacional face aos valores atuais (CIM Oeste, 2019). A comparação da distribuição espacial dos principais tipos de ocupação cultural com o cenário mais gravoso de evolução climática para o final do século aponta para que sejam especialmente afetadas as principais culturas das regiões já hoje mais vulneráveis, a saber, pastagens e culturas permanentes bem como temporárias de sequeiro, maioritariamente cereais.

Ao nível da floresta, as alterações climáticas poderão afetar a produtividade dos povoamentos e alterar a distribuição geográfica potencial das espécies tal como hoje a conhecemos, com impactes relevantes desde logo sobre a produção de bens. A informação disponível aponta no sentido da diminuição da produtividade líquida das duas espécies que, atualmente, suportam as principais fileiras silvo-lenhosa: o pinheiro-bravo e o eucalipto, ainda que, em algumas regiões se possa verificar o aumento da produtividade (sobretudo no Norte litoral e em altitude). É igualmente expectável o aumento do risco meteorológico de incêndio, destacando-se o seu aumento substancial nos meses de primavera e outono com o consequente alargamento da época de maior risco de incêndio, agravada, pela imprevisibilidade de agentes bióticos nocivos.

A adaptação às alterações climáticas em Portugal tem ganho cada vez mais destaque.

Não obstante, nem tudo são más notícias, uma vez que os mesmos cenários climáticos que apresentam os obstáculos, também apontam para a possibilidade de redução do risco de geada abrindo a possibilidade à introdução de novas culturas em locais que anteriormente seriam impossíveis de equacionar.

Ainda que fosse possível travar todas as emissões de gases com efeito de estufa, tal não impediria os impactos climáticos que já estão em curso. Estes impactos prosseguirão durante décadas, mesmo que os esforços europeus e mundiais para a redução das emissões de gases com efeito de estufa se revelem eficazes. Mesmo reduções temporárias mais drásticas das emissões, como as reduções resultantes da crise financeira de 2008 ou da perturbação económica gerada pela pandemia de COVID-19, teriam um efeito limitado na trajetória global do aquecimento do planeta. Os importantes compromissos assumidos internacionalmente com vista a alcançar a neutralidade climática estão a aumentar a probabilidade de ocorrência de um cenário mais favorável, mas, mesmo nesse caso, continuariam a ser necessários esforços de adaptação consideráveis.

Os desafios que se colocam à agricultura portuguesa são grandes e exigem uma ação por parte das organizações de agricultores (como este trabalho é um exemplo), dos agricultores, e claro do poder político capaz de desenvolver uma resposta coerente e integrada.

2 - ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA

2 - ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA

2.1 - Porquê adaptar

Perante a inevitabilidade das alterações climáticas é necessário definir estratégias de ação complementares e muitas vezes fortemente relacionadas: a mitigação e a adaptação às alterações climáticas. Enquanto a mitigação consiste em procurar travar o aumento da concentração atmosférica de GEE por meio da redução das emissões, entre outras estratégias, a adaptação é um processo de resposta dirigida à minimização dos efeitos negativos e à maximização do aproveitamento dos efeitos positivos dos impactes das alterações climáticas. Em alguns casos, a adaptação pode ser autónoma (e.g., adaptação espontânea de um organismo a um ambiente novo alterado), mas em muitos outros casos, tem que ser planeada, ou seja resultar de ações programadas e executadas com os objetivos da adaptação. Também, enquanto a mitigação tem um objetivo à escala global (embora deva ser praticada a todas as escalas, desde a local até à global), a adaptação tem um objetivo marcadamente local e regional.

Em termos gerais, a adaptação pode ser vista como um processo que promove o ajuste dos sistemas naturais e/ou humanos, em resposta a estímulos climáticos observados ou projetados.

Como forma de resposta que é, os processos de adaptação não têm um fim específico que se atinge e se conclui. Uma forma mais rica de pensar na adaptação é enquadrá-la num processo de melhoria contínua, que permite a incorporação do conhecimento gerado pela experiência de esforços de adaptação prévios, incluindo aqueles levados a cabo por outros. Trata-se, portanto, de uma aprendizagem permanente, e uma vez que os riscos climáticos irão continuar a evoluir ao longo do tempo, a viabilidade da adaptação como resposta terá que ser periodicamente reavaliada e novas estratégias, opções e medidas terão que ser eventualmente delineadas e implementadas.

A forma como se materializa este conhecimento e experiência é através da tomada de decisão à semelhança de outros processos de decisão, a adaptação pode ser enquadrada de acordo com os seus objetivos e processos, nomeadamente através de:

- **Estratégias:** planeamento estratégico (ou método de planear) que procura alcançar uma ambição particular (geralmente a médio-longo prazo) e que toma normalmente a forma de linhas orientadoras que definem a visão e os objetivos. Permite desenvolver uma análise de vulnerabilidades e risco, definir o envolvimento dos principais agentes, e apoiar ou guiar a priorização de opções e medidas, tendo em conta os recursos disponíveis.

- **Opções:** planeamento operacional que procura escolher e decidir entre dois ou mais tipos de ações (ou conjuntos de ações), definindo linhas de atuação prática; as opções devem ser cuidadosamente analisadas e avaliadas em linha com a estratégia definida e de acordo com o conhecimento e recursos disponíveis para cada realidade.

- **Medidas:** ação concreta e mensurável, normalmente utilizada para alcançar os objetivos delineados pela estratégia e operacionalizando as opções selecionadas (no tempo e no espaço); as medidas devem ser cuidadosamente dimensionadas, definidas e executadas de acordo com o conhecimento e recursos disponíveis.

No âmbito deste trabalho, iremos procurar abordar estes três pontos, mas como o objetivo final é a transferência de conhecimento de medidas práticas para o agricultor, o foco será na apresentação e aprofundamento de ações possíveis a implementar no terreno nas várias atividades que compõe o tecido agrícola e florestal nacional.

Num quadro onde a mudança climática é inevitável, porquê adaptar? Porque não há outra saída.

2.2 - Modelos de Política Climática

Para compreender muitas das políticas domésticas que se praticam por exemplo em Portugal, é necessário compreender que muitas dessas opções foram tomadas ou discutidas em fóruns internacionais.

O mais relevante a nível global é a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC), também conhecida como UNFCCC (do original em inglês *United Nations Framework Convention on Climate Change*), é um tratado internacional resultante da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), informalmente conhecida como a Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

Outro elemento fundamental da organização política e científica internacional no que respeita às alterações climáticas, é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido pela sigla em Inglês IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Esta é organização de base científico e política criada em 1988 no âmbito das Nações Unidas (ONU) pela iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

A nível europeu, a União Europeia (UE) tem produzido uma série de documentação e iniciativas em torno das alterações climáticas nas últimas décadas, onde se destaca a nova Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas (2021). A estratégia tem como visão a longo prazo (2050), tornar a UE uma sociedade resiliente às alterações climáticas e totalmente adaptada aos impactos inevitáveis das mesmas. Para isso, a ambição traçada é que em 2050, a Europa seja o primeiro continente do mundo a alcançar a neutralidade climática, e, por conseguinte, se tenha reforçado a capacidade de adaptação, a minimização da vulnerabilidade aos impactos climáticos, em consonância com o Acordo de Paris e com a Lei Europeia do Clima proposta.

Um dos instrumentos para a prossecução destes objetivos é o Pacto Ecológico Europeu, que faz parte da estratégia de crescimento da UE para um futuro sustentável, tendo sido elaborado com base no entendimento de que a transformação ecológica é uma oportunidade e que a inação acarreta um enorme custo. Além do Pacto Ecológico Europeu, serão implementadas outras medidas de adaptação de uma forma integrada, tais como a Estratégia de Biodiversidade, a Iniciativa Vaga de Renovação, a Estratégia do Prado ao Prato, os Planos de Ação para a Economia Circular e para a Poluição Zero, a Estratégia para as Florestas, a Estratégia para os Solos, a Estratégia para a Mobilidade Sustentável e Inteligente e a Estratégia Renovada de Financiamento Sustentável.

A Estratégia do Prado ao Prato está no centro do Pacto Ecológico. Trata-se de uma estratégia ambiciosa que trata de forma abrangente os desafios dos sistemas alimentares sustentáveis e estabelecendo as ligações entre saúde (humana), sociedades saudáveis e um planeta saudável. A estratégia é igualmente uma resposta à agenda da Comissão para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Alguns dos objetivos desta estratégia incluem:

- A utilização de pesticidas na agricultura contribui para a poluição do solo, da água e do ar:
  - reduzir em 50% a utilização e o risco dos pesticidas químicos até 2030
  - reduzir em 50% a utilização de pesticidas mais perigosos até 2030

- O excesso de nutrientes no ambiente é a principal fonte de poluição do ar, do solo e da água, o que tem um impacto negativo na biodiversidade e no clima:
  - reduzir as perdas de nutrientes em pelo menos 50%, assegurando simultaneamente a não deterioração da fertilidade do solo
  - reduzir a utilização de fertilizantes em pelo menos 20% até 2030

- A resistência aos agentes antimicrobianos, associada à utilização de agentes antimicrobianos na saúde humana e animal, conduz a uma estimativa de 33 000 mortes humanas na UE todos os anos:
  - reduzir em 50% as vendas de agentes antimicrobianos para animais de criação e na aquicultura até 2030

- A agricultura biológica é uma prática ecológica que deve continuar a ser desenvolvida.
  - alcançar 25% do terreno agrícola total dedicado à agricultura biológica até 2030

- As zonas rurais tenham acesso a banda larga rápida até 2025, a fim de permitir a inovação digital.

Em termos de política doméstica, o tema das alterações climáticas está assente no Quadro Estratégico para a Política Climática – QEPiC através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho. Este documento surge como resposta política e institucional aos desafios das alterações climáticas e estabelece a visão e os objetivos da política climática nacional no horizonte 2030.

Outros relevantes documentos de política no âmbito das alterações climáticas, são os Planos Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas (PMAAC) e os PIAAC's (Planos Intermunicipais de Adaptação às Alterações Climáticas), que têm como objetivo aprofundar o processo de análise iniciado com ENAAC e em muitas autarquias com Estratégias municipais de Adaptação às Alterações Climáticas, realizadas no âmbito do Programa AdaPT[1] com o intuito de reduzir as vulnerabilidades territoriais e promover a sua adaptação e resiliência às alterações climáticas. De facto, representam a base de trabalho ideal para, no âmbito municipal e local, se poder confrontar os diversos atores

[1] O Programa AdaPT foi desenvolvido para apoiar financeiramente a atuação em matéria de "Adaptação às Alterações Climáticas" em Portugal. O seu desenvolvimento foi guiado pelos termos estabelecidos no Memorando de Entendimento entre Portugal, Noruega, Islândia e Liechtenstein, no âmbito do Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu (MFEEE/EEA-Grants). O operador do programa é a Agência Portuguesa do Ambiente enquanto gestora do Fundo Português de Carbono.

territoriais e setoriais com cenários climáticos, os quais permitem, a prazo, identificar e posteriormente atuar sobre as ameaças e oportunidades que poderão decorrer sectorialmente e que afetarão, diferentemente, cada um dos atores em função da sua tipologia e funcionamento das várias atividades. Neste âmbito incluem-se, a título de exemplo, a constituição de cenários climáticos; os impactes, positivos e negativos das Alterações Climáticas nas políticas de ordenamento do território e de gestão dos recursos hídricos, assim como nas atividades agrícolas, florestais e económicas desenvolvidas na região.

Estes planos constituem assim, referências imprescindíveis de medidas de adaptação que podem e devem ser estudadas pelos agricultores de norte a sul de Portugal.

3 - VULNERABILIDADES METEOROLÓGICAS

3 - VULNERABILIDADES METEOROLÓGICAS

No contexto europeu, Portugal enquadra-se numa região potencialmente mais afetada pelas alterações climáticas, enfrentando aumentos na frequência e intensidade de secas, inundações, cheias repentinas, ondas de calor, incêndios rurais, erosão e galgamentos costeiros.

De acordo com o IPCC (IPCC AR5, retirado de (ANEPC, 2019), os cenários climáticos mais gravosos para Portugal (RCP 8.5), preveem que o aumento da temperatura possa chegar a +5°C em 2100 (aplicável a temperaturas mínimas, médias e máximas), particularmente durante o verão e no interior de Portugal. As temperaturas elevadas refletem-se no aumento de dias muito quentes (Tmax 35°C), especialmente no interior Sul, no aumento do número de noites tropicais (Tmin 20°C) e em ondas de calor mais longas e frequentes, especialmente no interior nordeste.

Os registos de emissões recentes aproximam-se, contudo de um cenário menos gravoso (RCP 4.5[2]) ao qual será associado um aumento médio de temperatura entre 1,1 e 2,6°C (1,8°C em média), o que significa que existe a probabilidade de não exceder os 2°C, mas sem cumprir o objetivo de não ultrapassar o objetivo mais ambicioso assumido em Paris[3].

[2] A partir de uma concentração atual de CO_2, que ronda as 400 ppm (partes por milhão), as duas projeções de emissões de GEE utilizadas representam:

- RCP 4.5: uma trajetória de aumento da concentração de CO_2 atmosférico até 520 ppm em 2070, aumentando de forma mais lenta até ao final do século;
- RCP 8.5: uma trajetória de crescimento semelhante até meio do século, seguida de um aumento rápido e acentuado, atingindo uma concentração de CO_2 de 950 ppm no final do século.

[3] O Acordo de Paris é um tratado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), que estabelece uma intenção dos vários Países subscritores, a fim de conter o aquecimento global abaixo de 2°C, preferencialmente em 1,5°C, e reforçar a capacidade dos países de responder ao desafio, num contexto de desenvolvimento sustentável. O acordo foi negociado em Paris durante a COP21 e aprovado em 12 de dezembro de 2015.

Apesar de haver uma maior incerteza quanto aos cenários de precipitação, prevê-se que os padrões também deverão enfrentar alterações, com redução importante dos valores anuais em todo o território, registando, para o final do século, perdas entre -10% e -50% na primavera, verão e outono de forma consistente na generalidade dos modelos climáticos para o cenário RCP8.5 (ANEPC, 2019). Além disso prevê-se um aumento do número de eventos de precipitação extrema em detrimento da redução de dias com baixa a média/alta precipitação.

Conclusões semelhantes, mas de menor grandeza são obtidas para o cenário RCP4.5 (ANEPC, 2019). De onde se espera um aumento da variabilidade sazonal da precipitação e a extensão da estação seca do verão para a primavera e outono. Apesar da crescente probabilidade de secas prolongadas continuará a haver uma elevada variabilidade interanual, um aspeto que justifica a possibilidade de virem a ocorrer anos com mais precipitação do que a normal climática de 1971--2000.

A redução da precipitação anual, o aumento da sua variabilidade e a consequente alteração do regime de escoamento reduzirá os caudais dos rios, e afetará igualmente a recarga dos aquíferos, podendo, inclusivamente, secar as nascentes de rios importantes na Península Ibérica por períodos de tempo mais ou menos longos. Estas alterações poderão ser acompanhadas por problemas ao nível da qualidade da água, intensificação de eventos de seca e maior pressão para a desertificação, promovendo a perda de biodiversidade associada à alteração da estrutura e dinâmica dos ecossistemas. Esta redução na precipitação afetará igualmente a recarga dos aquíferos, potenciando a degradação da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Ainda assim o território permanecerá vulnerável às inundações, dada a tendência de maior contribuição para a precipitação anual por parte dos dias de chuva intensa.

Os novos regimes de temperatura e de precipitação associados às alterações climáticas trazem consigo o aumento do número de ocorrências de ondas de calor, da sua duração e intensidade; a intensificação do número e intensidade dos grandes incêndios rurais e fenómenos meteorológicos extremos, imprevisíveis, intensos e localizados, dos tipos chuva torrencial, queda de granizo, ciclones e tornados, entre outros. Para além da tendência de as ondas de calor serem mais intensas e frequentes, ou extensas espacialmente, prevê-se também que haja alteração na sua distribuição sazonal. Tipicamente as ondas de calor ocorrem na primavera e no verão, contudo prevê-se que este fenómeno venha a ganhar igual expressividade no outono.

Neste contexto, é importante salientar que os cenários de alterações climáticas preveem um aumento significativo das condições meteorológicas propícias a grandes áreas ardidas em toda a Península Ibérica, incluindo todo o território de Portugal.

Apesar da incerteza, prevê-se que a subida do nível das águas do mar até ao fim do século XXI seja superior em 0,5 m, podendo atingir valores da ordem de 1 m acima do nível de 1990 (Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral, 2014). A subida do nível das águas do mar agrava ainda o risco de contaminação salina dos aquíferos costeiros, dos estuários e dos troços finais dos rios, aspeto com impacto inclusive nalguns sistemas de abastecimento de água.

Num estudo recente publicado na revista científica *"Environmental Research Letters"* (Brás & *et al,* 2021), refere que as secas e ondas de calor triplicaram na Europa nos últimos 50 anos, acompanhados pela redução de colheitas, especialmente de cereais. De acordo com o estudo, entre 1964 e 2015, as secas e as ondas de calor reduziram o rendimento dos cereais em média 9% e 7,3%, respetivamente. Noutras colheitas não cerealíferas os rendimentos diminuíram 3,8% e 3,1% durante os mesmos períodos de secas e de ondas de calor. As vagas de frio levaram a uma quebra de 1,3% nos rendimentos de cereais e de 2,6% de não cereais, enquanto os impactos das cheias foram marginais e pouco significativos.

A Tabela 1, resume as principais vulnerabilidades meteorológicas, relacionando-as com os principais impactos esperados e algumas das respostas possíveis. Nos subcapítulos subsequentes, uma parte desta informação será discutida em maior detalhe.

Tabela 1 | Resumo dos principais impactos esperados por tipologia de evento climático

Tipologia de evento	Principais Impactos esperados	Ações/respostas potenciais
Precipitação excessiva	Danos para as cadeias de produção (danos nas culturas agrícolas) Danos materiais (ex.: edifícios e viaturas) Cortes de estradas Cheias e inundações Deslizamento de terras Colapso de edifícios Danos em infraestruturas Danos para as cadeias de produção Acidentes de viação	- Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas)

Tabela 1 | Resumo dos principais impactos esperados por tipologia de evento climático (Cont.)

Tipologia de evento	Principais Impactos esperados	Ações/respostas potenciais
Aumento da temperatura média	Danos na biodiversidade Aparecimento de novas pragas Expansão de espécies invasoras Afetação da produção agrícola	- Prevenção de incêndios rurais, baseados numa gestão e silvicultura responsável, - Combate às chamas e proteção de bens e culturas, - Limpeza de áreas ardidas, - Restabelecimento do potencial produtivo (mitigar o efeito da erosão pós fogo) - Reparação de danos e reposição de culturas agrícolas e/ou de áreas florestais
Seca e Onda de calor	Restrições ou interrupções no abastecimento de água Danos para as cadeias de produção (agricultura e pecuária) Aumento do risco de incêndio florestal/rural Stress hídrico das plantas Perturbação no abastecimento de água Danos para a cadeia de produção Danos para a vegetação e biodiversidade	- Potenciais indemnizações aos proprietários de produções vegetais e/ou cabeças de gado, com vista à reposição do número de espécies para a atividade pecuária - Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas)
Nevão	Cortes de estradas Encerramento de serviços Aumento de acidentes rodoviários Danos para a saúde humana Alteração nos estilos de vida Danos materiais Perturbações em infraestruturas e serviços	
Onda de frio	Alteração nos estilos de vida Aumento da morbilidade	
Gelo e Geada	Danos para as cadeias de produção (agricultura) Acidentes de viação Encerramento de escolas e outras infraestruturas sociais Quedas	- Reposição e/ou reconversão das condições e zonas agrícolas iniciais (introdução e/ou reposição de culturas) - Reconstrução de estufas e/ou de habitações e instalações agrícolas de apoio
Nevoeiro	Alterações no funcionamento de infraestruturas (ex.: encerramento total ou parcial do aeródromo) Acidentes de viação Interrupção no serviço de infraestruturas	
Trovoadas	Danos nas cadeias de produção (agricultura e pecuária)	
Ventos intensos	Danos em infraestruturas Quedas de árvores Cortes de estradas	

3.1 - Precipitação Excessiva

Os padrões de precipitação no clima futuro apresentam um grau de incerteza superior ao das variáveis térmicas do clima. Apesar da incerteza, perspetiva-se uma evolução dos padrões de precipitação no sentido de haver uma redução da duração da estação chuvosa e uma intensificação da precipitação nesse período, em contraste com a redução da precipitação na primavera, verão e outono. Esta redução de precipitação verifica-se com maior significado no litoral alentejano, Algarve, e nas zonas tipicamente mais chuvosas da região norte e centro de Portugal. É precisamente nestas zonas tipicamente mais chuvosas que se nota já a tendência de uma maior contribuição para a precipitação anual por parte dos dias de chuva intensa (superior a 50 mm).

Figura 1 | Carta de perigosidade de cheias e inundações

Fonte: ANEPC, 2019

Adicionalmente, para o período 2011-2040, prevê-se que as alterações climáticas venham a aumentar o máximo de precipitação acumulada em 5 dias consecutivos em todo o território à exceção do Baixo Alentejo e Algarve, com particular destaque da Serra do Gerês onde poderá

alcançar em média +30 mm de precipitação em período invernal. Esta dinâmica poderá então determinar a ocorrência de um maior número de episódios de cheias e inundações durante o inverno.

As principais consequências relacionadas com eventos de precipitação excessiva estão especialmente relacionadas com a ocorrência de cheias e inundações. As cheias são fenómenos naturais extremos e temporários, provocados por precipitações moderadas e permanentes ou por precipitações repentinas e de elevada intensidade. Tais consequências estão historicamente ligadas a problemas ou falhas no que diz respeito ao ordenamento do território, sobretudo com a ocupação humana em lugares indevidos. (SPI & AMTQT, 2018)

As principais regiões com risco potencial significativo de inundação em Portugal Continental, (tanto de origem fluvial como pluvial) foram identificadas no âmbito do quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundação. Essas zonas incluem os vales dos rios internacionais (ex.: Monção, Valença e Caminha, no rio Minho; Ponte da Barca e Ponte de Lima, no rio Lima; Régua e Porto/Gaia, no rio Douro; de Abrantes ao estuário do Tejo, no rio Tejo; Vila Real de Santo António, no rio Guadiana), bem como diversas outras localidades afetadas pelo transbordo de rios nacionais (ex.: Braga, Esposende, Chaves, Mirandela, Amarante, Aveiro, Águeda, Coimbra até ao estuário do Mondego, Pombal, Leiria, Alcobaça, Tomar, Coruche, Lourinhã, Torres Vedras, Odivelas, Loures, Seixal, Setúbal, Alcácer do Sal, Albufeira, Faro, Silves e Tavira, entre outros). Estas zonas encontram-se identificadas na Figura 1.

3.2 - Onda de Calor

Uma onda de calor caracteriza-se pela ocorrência de um período de tempo de pelo menos 6 dias consecutivos onde a temperatura máxima diária é superior em 5°C ao valor médio diário no período de referência. É um fenómeno climático que pode ocorrer em qualquer altura do ano. Apesar de não sucederem todos os anos, os dados do IPMA sugerem que as ondas de calor se têm vindo a tornar mais frequentes nos tempos mais recentes, pelo que são consideradas por este Instituto como relativamente frequentes em Portugal. A frequência de ondas de calor na última década em Portugal tem sido elevada, uma vez que ocorreram em pelo menos metade dos anos analisados, e, em alguns dos casos, mais do que uma vez no mesmo ano.

O aumento da temperatura, a redução da humidade e o aumento de dias consecutivos de elevadas temperaturas e do período seco são fatores que fazem aumentar o risco dos incêndios florestais.

Figura 2 | Carta de suscetibilidade a ondas de calor

Fonte: ANEPC, 2019

As ondas de calor são fenómenos que geralmente atingem uma ampla extensão territorial. Contudo, a intensidade com que estas ondas ocorrem não é idêntica em todas as regiões de Portugal Continental, devido em parte ao efeito amenizador do Oceano Atlântico. De facto, e de acordo com a Figura 2, em Portugal Continental as regiões com maior suscetibilidade à ocorrência de ondas de calor (grau de suscetibilidade elevado) são as zonas do interior Centro e Nordeste Transmontano, nomeadamente os distritos de Viseu, Guarda (zona Sudoeste), Coimbra (zona Este), Castelo Branco, Portalegre, Santarém (zona Este), Évora (zona Este), Beja (zona Este), Vila Real e Bragança.

O risco de ondas de calor será consideravelmente agravado com as alterações climáticas, tanto ao nível da frequência como da intensidade das ocorrências, especialmente durante o verão e outono. A contribuir para esta tendência soma-se a tendência da temperatura média e da

temperatura máxima subirem mais (cerca de 1,1°C-1,6°C) precisamente nos meses mais quentes (de junho a outubro). No mesmo sentido, o número de dias quentes (máxima superior a 35°C) e de noites tropicais (mínimas superiores a 20°C) tenderão a aumentar no verão.

3.3 - Seca

As secas são acontecimentos climáticos normais e recorrentes, ocorrendo em qualquer ponto do globo, embora as suas características possam variar de região para região. Uma situação de seca encontra-se geralmente associada a longos períodos em que não ocorre precipitação, ou em que esta apresenta valores abaixo do normal.

As secas têm riscos para a qualidade de vida das pessoas e para saúde pública, além das limitações que comportam para as atividades económicas e/ou para as atividades produtivas não-empresariais, com consequências como a dificuldade de abastecimento urbano de água, prejuízos no setor agrícola, no setor industrial e ao nível da biodiversidade, entre outros. Importa ainda referir como consequências indiretas, porém com grande impacto para o território, os incêndios florestais, os problemas fitossanitários, o aumento da concentração de poluentes nos meios hídricos, com a consequente degradação da qualidade da água e a desertificação.

Em Portugal Continental destacam-se algumas ocorrências, nas últimas décadas, com impacto no abastecimento público de água à população, como pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2 | Principais ocorrências recentes de secas com impactos na economia e no abastecimento público de água

Ano hidrológico	Observação
2017	100% do território afetado durante vários meses
2004-06	100% do território em seca meteorológica, durante mais de 18 meses
1994-95	Uma das secas meteorológicas mais intensas do século XX. 100% do território em seca meteorológica, durante mais de 12 meses
1990-92	Uma das secas meteorológicas mais intensas do século XX. 100% do território em seca meteorológica, durante mais de 18 meses

Fonte: ANEPC, 2019

De acordo com a carta de suscetibilidade a secas (Figura 3), quase todo o território de Portugal Continental apresenta suscetibilidade elevada a secas, com exceção da faixa costeira a norte do Tejo. De entre as zonas potencialmente mais afetadas, merece especial destaque o Algarve a região interior do Baixo Alentejo, onde a suscetibilidade é mesmo muito elevada.

Figura 3 | Carta de suscetibilidade a secas

Fonte: ANEPC, 2019

As alterações climáticas terão provavelmente impactos significativos na distribuição temporal e espacial da disponibilidade dos recursos hídricos com consequências no risco de ocorrência de cheias e secas. Apesar da incerteza associada à evolução dos padrões de precipitação, é expectável que haja uma redução da precipitação durante a primavera, verão e outono. Este comportamento tem influência no número de dias de seca consecutivos, que apresentam, em geral, uma tendência de crescimento.

Outro aspeto menos conhecido, mas que importa ter presente para compreender melhor o fenómeno da seca, prende-se com a elevada variabilidade pluviométrica que ocorre anualmente numa dada região.

Para resistir a períodos de seca intensa, os sistemas de armazenamento de água assumem grande importância. A este respeito, o Relatório do Grupo de Trabalho de Assessoria Técnica à Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca, de setembro de 2020 (Comissão Permanente de Prevenção, 2020), apresenta as disponibilidades hídricas armazenadas nas albufeiras, onde se notam as várias dinâmicas anuais com aumentos e recuos em várias regiões.

Principais tipos de impacto de fenómenos de seca

- Restrições ou interrupções no abastecimento de água. Em situações críticas e como medida preventiva de abastecimento de água às populações, pode ser proibido regar na agricultura, como aconteceu nalgumas regiões em 2017;
- Danos para as cadeias de produção (agricultura e pecuária). Se água atingir níveis reduzidos nas barragens, isso pode levar à deterioração da qualidade, decorrente da proliferação de microrganismos;
- Degradação dos ecossistemas. A redução de massas de água (como rios e albufeiras), compromete a capacidade de suporte a diferentes espécies;
- Os incêndios rurais, estão intrinsecamente ligados à degradação e erosão do solo.

3.4 - Vento Forte

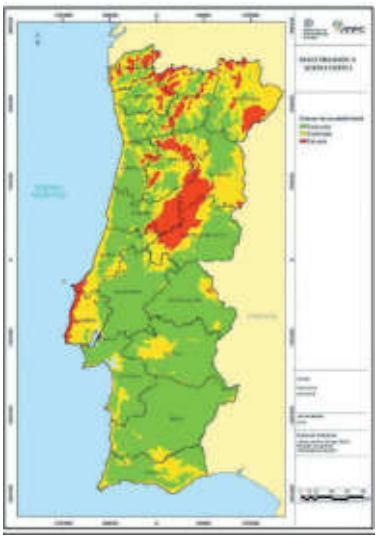
Os ventos fortes são um fenómeno meteorológico que podem causar danos elevados. Segundo o IPMA, a classificação de vento forte corresponde a ventos com velocidades médias superiores a 36 km/h durante pelo menos 10 minutos.

Em Portugal, são raras as ocorrências de ventos fortes associados a centros de baixas pressões característicos de outras regiões do globo (furacões, tornados). Podem ocorrer, entretanto, outros tipos de ventos fortes em qualquer época do ano, particularmente durante os meses do outono e inverno, quando mais se faz sentir, principalmente associados a intensa precipitação.

Contudo, fenómenos de vento forte frequentemente geram consequências avultadas em termos de prejuízos associados à danificação ou destruição de estruturas, culturas, equipamentos e redes, à queda de árvores e, em alguns casos, a existência de vítimas humanas. Tais fenómenos tanto

apresentam uma afetação geograficamente alargada (tipicamente associadas às depressões de Inverno) como um potencial para atingir zonas relativamente reduzidas do território (fenómenos extremos de vento, com impacto localizado, de que o exemplo mais premente é a ocorrência de tornados).

Figura 4 | Carta de suscetibilidade a ventos fortes



Fonte: ANEPC, 2019

De acordo com a carta de suscetibilidade a ventos fortes, as regiões com maior suscetibilidade a ventos fortes causados por quadros depressionários extratropicais são as mais próximas do litoral. Em relação à afetação por fenómenos localizados de vento extremo, a sua incidência é aleatória pelo território, não sendo possível graduar a sua suscetibilidade.

3.5 - Ondas de Frio

Uma onda de frio caracteriza-se pela ocorrência de um período de tempo de pelo menos 6 dias consecutivos onde a temperatura máxima diária é inferior em 5°C ao valor médio diário no período

de referência. As ondas de frio são caracterizadas como períodos onde ocorrem reduções significativas, por vezes repentinas, das temperaturas diárias, podendo as temperaturas mínimas atingir valores negativos. As ondas de frio ocorrem por vezes associadas a ventos moderados a fortes, ampliando o efeito de frio. De acordo com a Figura 5, em Portugal Continental as regiões classificadas com suscetibilidade elevada a ondas de frio correspondem ao Norte e interior Centro, nomeadamente os distritos de Viana do Castelo, Braga, Porto, Vila Real, Bragança, Viseu (Zona Nordeste), Guarda (zona Este), Castelo Branco (zona Este). No contexto do aumento da temperatura em todas as regiões de Portugal, os índices relacionados com tempo frio tenderão a reduzir. Deste modo, dias de geada, dias consecutivos muito frios (com mínima inferior a 7°C) e ondas de frio irão decorrer com menor incidência e menor intensidade. Os números de dias em onda de frio serão mais raros.

Figura 5 | Carta de suscetibilidade a ondas de frio

Fonte: ANEPC, 2019

4 - IMPACTOS ESPERADOS

4 - IMPACTOS ESPERADOS

Tendo em conta as vulnerabilidades elencadas no capítulo anterior, o seu impacto na atividade agrícola está muito associado à cultura ou fileira setorial em causa. A título de exemplo, estima-se que nas culturas cerealíferas (designadamente trigo, milho, arroz e centeio) os impactos expectáveis podem implicar reduções da produtividade que podem chegar aos 10%, bem como perdas de parte ou totalidade da produção.

Por outro lado, no setor das hortícolas, em particular, culturas que fornecem matérias-primas para a transformação industrial como tomate, girassol e beterraba também incluem impactos variados, consoante a vulnerabilidade climática considerada. Os impactos para o Baixo Alentejo incluem alterações na fenologia das plantas (alterações na floração e frutificação), diminuição da produtividade e qualidade dos produtos hortícolas. No que concerne às áreas de fruticultura, as projeções climáticas para a região irão produzir impactos variados, tal como descrito na Tabela 3. Os impactos potenciais expectáveis para estas culturas incluem alterações na fenologia das espécies, antecipação do ciclo vegetativo, aumento da incidência de pragas e doenças, quebras de produção, aumento da necessidade de rega e redução da produtividade e qualidade dos frutos, devendo portanto ser desenvolvidas várias medidas de adaptação neste âmbito.

Já no caso das áreas de pastagens na região do Baixo Alentejo que apresentam uma superfície agrícola muito considerável, poderão vir a sentir a diminuição da produção de matéria seca e da qualidade alimentar e por conseguinte, do valor nutritivo das pastagens. Esta situação a confirmar-se contribuirá para o aumento do risco de abandono da atividade cuja expressão no território do Baixo Alentejo é muito relevante, conduzindo ao aumento da área de matos e do risco de incêndios.

A produção de azeite poderá igualmente ser comprometida com a combinação de altas temperaturas e escassez hídrica. No caso da azeitona, a acumulação de gordura (de óleos) no fruto fica comprometida, o que terá também implicações no produto final, no azeite. A redução dos dias frios pode também impactar a quebra da dormência e vingamento do fruto. Outros impactos incluem a antecipação do início do ciclo vegetativo, alterações na fenologia da espécie, condicionamento do crescimento vegetativo e diminuição da produtividade e qualidade da azeitona. Destaca-se o efeito do aumento da intensidade e frequência de períodos de seca, que podem conduzir a perda de parte ou totalidade da produção.

O aumento da temperatura média mínima, assim como a redução do número de dias de geada, permitirá, por outro lado, ter um efeito positivo sobre alguns sistemas produtivos, em particular sobre a fruticultura, a horticultura e a viticultura. Neste caso, as culturas estarão menos vulneráveis no período de Inverno ao fenómeno de frio mais impactante sobre o seu desenvolvimento vegetativo precoce (geada), bem como, pela subida da temperatura mínima, poderão ter ciclos vegetativos mais precoces/curtos com eventuais benefícios para a produtividade global de algumas culturas (a investigar, testar e eventualmente comprovar com ensaios de campo dirigidos a este fim).

A Tabela 3 detalha de forma mais sistemática alguns dos principais impactos potenciais por fileira florestal e agrícola, relacionando também, o evento meteorológico mais marcante.

Tabela 3 | Impactos potenciais por eventos meteorológicos na agricultura e floresta (por fileira)

Eventos meteorológicos	Impactes potenciais
Cerealicultura	
Temperatura média mais elevada	Encurtamento de ciclo Redução do potencial produtivo das culturas
Aumento da intensidade e frequência de ondas de calor	Aumentos abruptos da temperatura máxima durante o enchimento do grão podem levar a perdas de produção superiores a 50%
Aumento de episódios de precipitação intensa	Encharcamento e erosão dos solos em episódios de precipitação intensa
Diminuição da precipitação	Desregulação do balanço hídrico, conduzindo a situações de aridez, nomeadamente nas culturas de sequeiro
Secas mais intensas e frequentes	Perda parcial ou total da produção e aumento da variação interanual
Viticultura	
Temperatura média mais elevada e ondas de calor mais intensas e frequentes	Alteração da fenologia (desenvolvimento mais rápido), redução da atividade fotossintética, redução da qualidade do vinho (menor acumulação de fotoassimilados, metabolização da componente ácida e redução da biossíntese de compostos fenólicos e aromáticos) Aparecimento de novas doenças e/ou pragas ou aumento da importância de doenças/pragas já existentes Maior intensidade e frequência de problemas como o escaldão das uvas
Aumento de episódios de precipitação intensa e ventos	Maior risco de perdas na produção Redução da qualidade da produção devido ao aumento de doenças criptogâmicas Maior risco de erosão do solo
Diminuição da precipitação	Perda de qualidade e quantidade da produção devido à maior intensidade do *stress* hídrico. Alguns cenários no sul do País indicam que a redução na precipitação pode superar o limiar de sobrevivência da cultura

Tabela 3 | Impactos potenciais por eventos meteorológicos na agricultura e floresta (por fileira) (Cont.)

Eventos meteorológicos	Impactes potenciais
Produção animal intensiva (Bovinos de leite, Suínos e Aves)	
Temperatura média mais elevada e ondas de calor mais intensas e frequentes	Aumento do stress e aumento das taxas de mortalidade Aumento das emissões de NH_3 e GEE devido ao confinamento dos animais Aumento do risco de poluição das reservas aquíferas (maior concentração de poluentes e redução das reservas aquíferas) Redução da disponibilidade de alimentos por perda de culturas
Diminuição da precipitação e secas mais intensas e frequentes	Surgimento de doenças emergentes e ressurgimento de doenças erradicadas
Fruticultura	
Temperatura média mais elevada	Antecipação do início do ciclo vegetativo, com impacto negativo na quantidade e a qualidade da produção, incluindo a capacidade de conservação. Condicionamento da produtividade em espécies com maiores necessidades em frio Impacto na formação dos pigmentos (antocianinas) próximo da maturação Aumento da incidência de doenças como o pedrado e estenfiliose na região do Oeste e favorecimento da ocorrência de pragas, como a mosca da fruta, e maior desenvolvimento do fogo bacteriano Provável melhoria nas condições de produção de citrinos, figueiras e nespereiras, embora com consumos de água mais elevados
Ondas de calor mais intensas e frequentes (dias seguidos com temperaturas superiores a 35ºC)	Quebras de produção em pomares de pereiras e de macieiras Perdas de produção em algumas cultivares de ameixa sensíveis ao calor, como é o caso da *Sungold*, onde já foram registadas perdas de produção totais.
Aumento de episódios de precipitação intensa e ventos	Na fase da floração, risco de destruição de flores com a consequente redução de produção Na fase de desenvolvimento dos frutos, queda precoce e consequente redução de produção Próximo da colheita, queda de frutos, redução da produção e perda de qualidade Aumento da erosão do solo e perda de nutrientes; aumento dos custos de produção
Diminuição da precipitação	Aumento do consumo de água para rega Risco de degradação da qualidade da água devido à sobre exploração dos aquíferos. Nas zonas costeiras poderá ocorrer ainda um agravamento da qualidade da água por intrusão de águas salinas Com a redução de precipitação na primavera a exploração de muitos dos pomares de sequeiro será inviabilizada
Secas mais intensas e frequentes	Aumento do consumo de água para rega e aumento dos custos de produção

Tabela 3 | Impactos potenciais por eventos meteorológicos na agricultura e floresta (por fileira) (Cont.)

Eventos meteorológicos	Impactes potenciais
Produção animal extensiva/pastagens	
Temperatura média mais elevada (dias seguidos com temperaturas superiores a 35°C)	O aumento de temperatura no inverno pode ser vantajosa, permitindo um aumento da produção de matéria seca e o consequente aumento de carga animal durante este período Risco de maior incidência de doenças características de zonas subtropicais Aumento do risco de abandono da atividade cuja expressão no território é muito relevante e que, do ponto de vista ambiental, conduz ao aumento da área de matos e do risco de incêndios
Aumento de episódios de precipitação intensa e ventos	Diminuição do tempo de pastoreio e assim o consumo de erva, aumentando as necessidades da utilização de alimentos conservados
Diminuição da precipitação (principalmente na primavera)	Menor produção de matéria seca total nas pastagens, por menor quantidade de água no período em que a temperatura é mais favorável ao crescimento das plantas Aumento do período de tempo em que os animais necessitam de alimentos conservados
Secas mais intensas e frequentes	A qualidade alimentar da erva seca (conservada "em pé") para consumo durante o final da primavera e verão vai diminuindo e as folhas das pratenses vão caindo, diminuindo o valor nutritivo e a ingestão voluntária dos animais
Horticultura	
Temperatura média mais elevada	Alteração da fenologia das plantas com consequências no ciclo cultural/vegetativo Diminuição da produção e qualidade de produto, principalmente nas culturas mais sensíveis ao fotoperíodo Maior incidência de pragas e doenças Redução da taxa de polinização em várias culturas (ex. tomate, cucurbitáceas, morangueiro), sobretudo em condições de humidade Indução precoce da floração em detrimento da formação do repolho nas brassicáceas e na alface
Ondas de calor mais intensas e frequentes	Maior risco de escaldão dos frutos, como no tomate, pimento, melão e morango, pela ocorrência de temperaturas elevadas durante a fase de frutificação e maturação
Aumento de episódios de precipitação intensa e ventos	Destruição de culturas e infraestruturas (abrigos, estufas, etc.)
Diminuição da precipitação	Perda de parte ou totalidade da produção
Secas mais intensas e frequentes	Perda de parte ou totalidade da produção

Tabela 3 | Impactos potenciais por eventos meteorológicos na agricultura e floresta (por fileira) (Cont.)

Eventos meteorológicos	Impactes potenciais
Olivicultura	
Temperatura média mais elevada/ Ondas de calor mais intensas e frequentes	Antecipação do início do ciclo vegetativo Nas regiões com temperaturas elevadas (ex.: Alentejo e Beira Interior), temperaturas mais elevadas podem antecipar a floração e algumas cultivares podem não satisfazer os requisitos de frio necessários Condicionamento de acumulação de gordura (nas fases iniciais do ciclo vegetativo) Alterações na maturação da azeitona
Aumento de episódios de precipitação intensa e ventos	Durante a floração, a incidência da chuva, as altas temperaturas e os ventos fortes e secos reduzem as probabilidades de sucesso do vingamento
Diminuição da precipitação	Durante a formação de inflorescências, o stress hídrico reduz o nº de flores por inflorescência e condiciona a qualidade da flor Maior número de flores imperfeitas
Secas mais intensas e frequentes	Perda de parte ou totalidade da produção
Floresta	
Aumento da temperatura média (0,5°C/década)	Produção de pinha poderá ser afetada pela diminuição da precipitação primaveril, sobretudo nos meses em que ocorre a polinização
Incremento da frequência e duração das ondas de calor	Diminuição da área de distribuição potencial atual a médio/longo prazo Redução de produtividade
Alteração do regime de precipitação e em particular redução da precipitação primaveril	Aumento do risco de incêndio e da área ardida Decréscimo da produção de madeira em solos de pior qualidade (mais esqueléticos) Com o prolongamento da estação seca e a intensificação dos défices hídricos pode ocorrer uma diminuição do crescimento das árvores e consequentemente, do seu valor produtivo
Aumento da frequência e severidade das situações de seca	Aumento da probabilidade de incidência de pragas e doenças Aumento da dificuldade na regeneração dos povoamentos de sobreiro, com consequências na densidade dos povoamentos
Diminuição do número de dias com geada	Abandono de eucaliptais e de outras áreas florestais pela redução do interesse económico em áreas com produtividades abaixo do limiar de rendibilidade
Prolongamento do período estival	Possibilidade de mortalidade acentuada de sobreiro, sobretudo nas regiões mais quentes e secas do interior, onde já hoje é marginal

Fonte: Adaptado de Ministério da Agricultura, 2013

5 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA

5 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO NA AGRICULTURA

As medidas de adaptação são técnicas e abordagens que se podem utilizar para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade às alterações climáticas. Muitas das medidas que podem ser usadas para este fim, são boas práticas atualmente já implementadas em diversas situações.

O impacto das alterações climáticas, amplamente expressas no capítulo das Vulnerabilidades atuais do Território Nacional, serão muito vincadas ao longo de todo o País e apesar de afetarem a economia como um todo, é preciso reconhecer que a agricultura se distingue de outras atividades económicas por ser praticada e desenvolvida maioritariamente ao ar livre, logo, fortemente dependente das condições meteorológicas. Também é reconhecido que, as condições meteorológicas afetam consideravelmente a produtividade agrícola e florestal. Elementos como o fotoperíodo, a concentração atmosférica de dióxido de carbono, a temperatura e a precipitação são alguns dos aspetos que mais influenciam de forma direta os sistemas agrícolas. A forma como as culturas irão responder à alteração destes elementos ainda é alvo de especulação, não obstante, sabe-se que em termos gerais, as culturas agrícolas tendem a responder positivamente ao incremento da concentração atmosférica de dióxido de carbono. Naturalmente, que esta resposta positiva está muito associada à cultura em causa, ao estado fenológico, às práticas culturais e a relação com a disponibilidade de água e nutrientes, como é o caso do azoto. Por outro lado, também se reconhece que esses efeitos positivos, serão contrabalançados com alterações na temperatura e precipitação.

Por exemplo, com o aumento da temperatura mínima, média e máxima anual, uma das consequências será o aumento do *stress* térmico das culturas agrícolas e, por conseguinte, efeitos negativos na qualidade e quantidade do produto final. No caso da fitossanidade, e devido ao aumento da temperatura são expetáveis alterações na fenologia das espécies (nomeadamente no período de floração e frutificação), prevendo-se modificações intensas nas épocas de reprodução, tempo de crescimento e maturação. Da mesma maneira, também é razoável pensar que o aumento da temperatura média anual possa alterar o ciclo vegetativo de espécies infestantes, pragas e doenças, bem como a eficácia de produtos fitofarmacêuticos a que estamos costumados a utilizar.

Já no caso do aumento da frequência das ondas de calor que serão ainda mais intensas na Primavera, isso poderá conduzir a um forte rebentamento vegetal, posteriormente sujeito a even-

tuais frios e geadas. As ondas de calor conduzirão igualmente a quebras de produtividade e a problemas no armazenamento e conservação, bem como ao aumento das necessidades de rega pelo maior stress térmico e hídrico verificado.

Outro aspeto que se julga que deverá ocorrer, prende-se com o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como sejam, períodos de precipitação intensa em curtos intervalos de tempo e no lado oposto, períodos de seca mais comuns e pronunciados no tempo, produzirão também efeitos particularmente negativos na atividade agrícola, tal como já se verifica na atualidade. A ocorrência de eventos climáticos extremos pode ultrapassar os limites de tolerância de algumas espécies agrícolas, resultando em avultadas perdas económicas e sociais. Os fenómenos de precipitação intensa, que poderão ocorrer inesperadamente sem aviso, irão ser particularmente gravosos para culturais anuais (horticultura e arvenses) e permanentes (fruticultura, olivicultura, vinha), conduzindo à perda parcial ou total de culturas, produções, instalações e equipamentos. A ocorrência de inundações em terrenos agrícolas afeta diretamente a produção agrícola, nomeadamente hortifruticulturas ao ar livre e culturas permanentes, conduzindo à destruição de culturas e ao encharcamento das terras durante épocas críticas, condicionando as atividades agrícolas como as sementeiras e outras operações culturais, além de ser um veículo para a erosão e perda de terra fértil do solo que é arrastada pela água. Por outro lado, a chuva muito intensa também arrastará o azoto disponível para camadas mais profundas do solo, dificultando o seu acesso às raízes e culturas que dependem desse nutriente.

No extremo oposto, a ocorrência de períodos de seca produz avultados impactos económicos, sociais e ambientais, em Portugal e em particular no Sul, estes períodos têm vindo a ocorrer cada vez mais frequentemente e com maior severidade. Os períodos de seca provocam deficiência hídrica no solo e consequente stress hídrico, designadamente em culturas agrícolas menos adaptadas a climas secos. Uma das consequências desta situação é a redução da biomassa e do rendimento das culturas, dificuldades de germinação e diminuição da produtividade. Nas culturas permanentes, os efeitos negativos da seca podem se repercutir ao longo de vários anos, mesmo que tecnicamente a situação de seca possa já estar ultrapassada.

O objetivo em encontrar medidas de adaptação às alterações climáticas, relaciona-se com o anseio de fortalecer o setor e, por conseguinte, os agricultores, com ações que permitam diminuir a vulnerabilidade do território, incrementando a sua capacidade para lidar com as adversidades e capacidade

de adaptação que são inevitáveis e expectáveis. Ao longo de todo este capítulo serão apresentadas medidas de adaptação, umas mais detalhadas que outras, tendo por base aumentar a resiliência; gerir os riscos e vulnerabilidades; criar uma resposta e atenuar os piores efeitos das alterações climáticas para o nosso território.

Nos subcapítulos subsequentes, pretende-se aprofundar algumas medidas estruturantes para o nosso setor que se baseiam em dois grandes grupos de ação: a adaptação a novas práticas culturais, onde se irá abordar o tema da agricultura de conservação e de outras práticas benéficas para o solo e ambiente; o tema dos recursos hídricos, onde se irá entrar no detalhe de algumas intervenções como sejam as paisagens de retenção de água e as linhas de água.

No fim, com o último subcapítulo, optou-se por complementar este trabalho de identificação de medidas, com um conjunto de 83 fichas que foram adaptadas do projeto LIFE AgriAdapt (H2020) e que sintetizam em formato de quase de "menu" algumas das melhores soluções possíveis de adaptação para culturas de anuais, permanentes e pecuária.

5.1 - Adaptação e Novas Práticas Culturais

Como já foi referido anteriormente, um dos principais impactos negativos, ao qual o nosso território está vulnerável, incide sobre os solos e em particular sobre o seu conteúdo em matéria orgânica, que constitui uma componente de especial importância para o desempenho das funções ambientais, ecológicas e edáficas, e por isso diretamente relacionadas com a produtividade agrícola. A quantidade de matéria orgânica também é uma das principais medidas utilizada para medir o desempenho de uma economia que se pretende descarbonizar e que por essa razão, precisa não só de reduzir as suas emissões para a atmosfera, por um lado, e por outro lado, precisa de sequestrar e armazenar o carbono que emite, de forma a balancear os dois "pratos" da balança e assim atingir a neutralidade carbónica. O aumento previsto da temperatura para Portugal, e por conseguinte, o agravamento das condições de maior secura tenderão a diminuir os níveis de matéria orgânica, o que em solos já vulneráveis, acelerará a erosão e, consequentemente, a desertificação. Esta é uma situação agravada por outra vulnerabilidade, a disponibilidade hídrica, que afeta sobretudo os sistemas temporários de sequeiro e pastagens permanentes.

De um modo geral, as alterações climáticas poderão afetar os setores agrícola, silvícola e pastoril, pelo menos das seguintes formas:

- Aumento do *stress* térmico e hídrico;
- Alterações na fenologia das espécies;
- Alterações significativas no ciclo vegetativo (como o seu encurtamento);
- Perdas acentuadas de produtividade agrícola;
- Aumento da variação interanual das produções;
- Aumento da incidência de pragas e doenças;
- Redução da taxa de polinização das culturas agrícolas;
- Aumento da erosividade do solo;
- Aumento da necessidade de condicionamento animal;
- Aumento da suscetibilidade de culturas agrícolas a eventos climáticos extremos;
- Aumento da taxa fotossintética;
- Diminuição da duração do ciclo das culturas;
- Diminuição do período isento de geadas e do número de horas de frio.

A probabilidade de ocorrência destes impactos varia diferentemente entre as várias geografias de Norte a Sul de Portugal Continental e Ilhas Autónomas. Não obstante, a probabilidade de ocorrerem é elevada e inevitável, pelo que é na busca de soluções para estes impactos que se devem concentrar os esforços de forma a minimizar os piores efeitos negativos.

As medidas de adaptação às alterações climáticas que se apresentam de seguida, foram selecionadas tendo em conta o papel que podem desempenhar no aumento da resiliência dos sistemas agrícolas. A maioria destas práticas já são conhecidas em larga medida pelos agricultores, contudo a sistematização e interligação das várias medidas pode ser uma novidade.

5.1.1 - Agricultura de Conservação

O solo é um recurso absolutamente estratégico para o desenvolvimento da atividade agroflorestal e, face aos impactos potenciais das alterações climáticas, importa salientar que, do ponto de vista edafoclimático, 58% do território nacional é vulnerável à desertificação, sobretudo no Sul e no interior do Alentejo e do norte do País (CIMAC et al, 2018).

Estando o fenómeno de desertificação interligado com a "saúde" dos solos, em particular sobre a matéria orgânica, componente particularmente importante para o desempenho de funções ambientais e ecológica dos solos, como a fertilidade, o sequestro do carbono, regulação hidrológica e a biodiversidade. Mantendo-se constantes os restantes fatores que determinam o teor em matéria orgânica no solo (uso e gestão dos solos e os sistemas culturais), o aumento da temperatura associado a condições de maior secura terá como consequência a diminuição do *input* de matéria orgânica, que decorre da menor produção de biomassa e o aumento da taxa de mineralização, o que, em solos já de si vulneráveis, potenciará a erosão e os processos de desertificação, que em Portugal, afetarão essencialmente o sul e as regiões interiores do norte (Figura 6).

Figura 6 | Carta de suscetibilidade à desertificação (Índice de Aridez 1980/2010)

Fonte: http://www2.icnf.pt/portal/pn/biodiversidade/ei/unccd-PT/pancd/o-pancd-2014-2020/cartografia-apoio-pdr2020

Nos ecossistemas mediterrâneos, o clima quente proporciona naturalmente a decomposição da matéria orgânica dos solos, algo que não acontece, ao mesmo ritmo noutras geografias a norte de Portugal. Contudo e para além das nossas condições naturais, algumas práticas culturais, como seja o sobrepastoreio e a exploração agrícola em modo mais intensivo de terras agrícolas contribuíram para uma diminuição da matéria orgânica nos solos, que apresentam desta forma uma redução na sua produtividade. Com o aumento da frequência de fenómenos climáticos extremos, como sejam

as secas prolongadas e as chuvas intensas, ocorre uma maior aceleração da erosão levando à destruição da sua estrutura. Neste contexto, as mobilizações do solo produzem perda de carbono orgânico uma vez que aumentam a decomposição e mineralização da biomassa pela exposição aos processos erosivos e arejamento do solo. A agricultura de conservação reúne em si, um conjunto de medidas que ajudam a contrariar as perdas de carbono.

O conceito de **agricultura de conservação**, baseia-se numa agricultura que procura manter ou mesmo melhorar a fertilidade do solo ao longo do tempo, de forma que as gerações futuras possam obter produtividades iguais ou superiores às que se obtinham no modo convencional. Desta forma, poderá ser possível melhorar a qualidade de vida e inverter o ciclo de desgaste associado à instalação convencional de culturas com o recurso à mobilização do solo. Dito de outra forma, o seu objetivo é a recuperação da fertilidade do solo através da melhoria das suas características físicas (manutenção ou melhoria da estrutura), químicas (elevação do teor de matéria orgânica) e biológicas (criação e manutenção de condições favoráveis para os organismos do solo). O solo e o conteúdo de matéria orgânica do solo, são elementos-chave para compreender este sistema de produção.

1. Perturbação mecânica mínima do solo através da colocação direta de sementes e/ou fertilizantes.
2. Cobertura orgânica do solo permanente (pelo menos 30% com resíduos de culturas e/ou culturas de cobertura).
3. Diversificação de espécies através de sequências de culturas variadas e associações envolvendo pelo menos três culturas diferentes.

Focando-nos no primeiro ponto, por ser o que apresenta os maiores desafios tecnológicos, podemos distinguir três grandes sistemas que vão ao encontro de mitigar a perturbação do solo:

Mobilização reduzida ou mínima

Os sistemas de mobilização mínima baseiam-se na utilização de alfaias de mobilização vertical (ex.: escarificadores). Estas alfaias apresentam a vantagem de trabalhar a profundidades muito variáveis, desde escarificações superficiais até subsolagens. Contudo, deve deixar-se sempre que possível, uma quantidade razoável de resíduos da cultura anterior à superfície do terreno, tendo como objetivo principal a proteção do solo contra a erosão, e assim, evitar alterações bruscas de temperatura no solo e contribuir para o aumento do seu teor em matéria orgânica.

Mobilização na linha

Os sistemas de mobilização na linha aplicam-se a culturas de entrelinha larga (ex.: milho, girassol, beterraba, etc.) e acabam por ser sistemas intermédios entre a sementeira direta e os sistemas de mobilização mínima. Nestes sistemas, existe uma mobilização do solo numa faixa de largura variável, realizada normalmente com um escarificador pesado ou um subsolador especial, sendo a sementeira da cultura a instalar realizada nessa faixa. A operação de mobilização pode ser feita antecipadamente ou em simultâneo com a sementeira em operação combinada.

Sementeira direta

O advento da mecanização e o grande sucesso daí resultante para a economia agrária, pode erradamente levar-nos a pensar que essa é a única forma de produção viável. Não obstante, a natureza mostra-nos que é possível fazer crescer plantas sem necessidade de mobilizar o solo.

A ideia central da sementeira direta como sistema de agricultura de conservação, é não mobilizar o solo, concentrando todo o trabalho cultural num semeador "especial", que abre um sulco, com secção e profundidade suficientes para nele se colocar a semente e/ou o adubo, cortando os resíduos existentes na superfície, fechando por fim o sulco. Ou seja, apenas a linha da cultura é mobilizada mecanicamente pelo próprio semeador. O controlo de infestantes, quer de pré-sementeira, pré-emergência ou pós-emergência é tradicionalmente efetuado por meios químicos.

A possibilidade de semear sem a preparação prévia do terreno, elimina a obrigatoriedade de mobilização do solo, seja para alterar a sua estrutura, incorporar resíduos ou preparar a denominada "cama da semente", indispensável em agricultura com recurso à mobilização do solo, apoiada em semeadores convencionais.

Figura 7 | Exemplo de uma sementeira direta

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=SjYBu85V6DE

Sem dúvida que a não mobilização do solo é um aspeto central deste sistema produtivo, contudo, a cobertura permanente do solo, com uma camada de resíduos vegetais (mulch) é igualmente fundamental para o seu sucesso. A manutenção de um coberto permanente de resíduos homogeneamente distribuído à superfície, cobre várias funções, tais como: aumenta a proteção da erosão que de outra forma seria provocada pelo impacto direto da gota de chuva; ajuda no controlo de infestantes; tem um efeito positivo na conservação da humidade e temperatura do solo; melhora as características químicas (teor de matéria orgânica), físicas e biológicas do solo.

A presença constante de resíduos das culturas na superfície do solo pode aumentar a pressão de doenças e pragas, pelo que uma boa rotação de culturas se torna muito importante e, é por essa razão que a diversificação de espécies, fecha o triunvirato da agricultura de conservação.

A tabela seguinte, apresenta sinteticamente as principais vantagens deste sistema produtivo.

Tabela 4 | Vantagens da Agricultura de Conservação

Vantagens	Descrição
Melhoria da estrutura do solo	Por não se mobilizar o solo, diminui-se automaticamente a taxa de mineralização da matéria orgânica e aumenta a incorporação de resíduos, levando a aumentar o teor de matéria orgânica e consequentemente a melhoria da estrutura dos solos. A diminuição da intensidade das mobilizações contribui para a estabilidade e crescimento do número de agregados intactos. Com a melhoria da estrutura do solo, aumenta a porosidade biológica com efeitos no aumento da taxa de infiltração da água, na redução da erosão hídrica, na melhoria do crescimento das raízes, na maior capacidade de retenção do solo para a água e na maior capacidade de troca catiónica.
Melhoria nas propriedades biológicas do solo	A manutenção dos resíduos das culturas no solo após a colheita, assegura o "alimento" necessário à manutenção e desenvolvimento de microrganismos do solo. Por outro lado, na ausência de mobilização do solo, as galerias e canais construídos pelos organismos são preservadas. As condições mais favoráveis de humidade, temperatura e arejamento, também contribuem para o bem-estar dos organismos no solo, levando ao aumento de populações de minhocas, artrópodes (acarina, colémbolas, insetos), mais microrganismos (rizóbios, bactérias e actinomicetas), bem como fungos e micorrizas. Esta situação é muito vantajosa na estrutura do solo, quer pelas galerias que formam, como pelos agregados de solo resultantes do seu processo digestivo.
Aumento da taxa de infiltração de água no solo	Com a manutenção dos resíduos à superfície do solo, os mesmos reduzem ou chegam mesmo a evitar a formação de crostas, que por sua vez contribui largamente para uma melhor estrutura interna do solo, com poros contínuos, que ligam a superfície às camadas inferiores do solo. Desta forma, consequência da elevada porosidade biológica, aumenta-se a infiltração da água e drenagem da parcela.

Tabela 4 | Vantagens da Agricultura de Conservação (Cont.)

Vantagens	Descrição
Aumento do teor de água do solo	Os resíduos da cultura anterior protegem o solo, diminuindo a evaporação e desenvolvem mais resistência às alterações bruscas de temperatura. Os solos menos intensamente mobilizados apresentam uma maior percentagem de poros capazes de reter água, evitando a sua perda por percolação.
Menor compactação dos solos	A utilização de tratores menos potentes (mais leves) e o menor número de passagens no terreno, diminui o risco de compactação em sementeira direta. O trânsito das máquinas é a principal causa da compactação do solo, particularmente quando se utilizam máquinas pesadas (tratores, máquinas de colheita, etc.), com elevadas cargas por eixo e elevadas pressões nos pneus, efeitos que são agravados com o solo muito plástico. Um solo compactado possui uma reduzida taxa de infiltração e má drenagem, as emergências são prejudicadas, há um arejamento deficiente e o crescimento das raízes é prejudicado, o que não permite um normal crescimento e desenvolvimento das culturas. Uma prática acessória recomendada em agricultura de conservação/sementeira direta é a possibilidade da utilização de tratores com rodado duplo e pneus de baixa pressão, o que reduz bastante os riscos de compactação do solo.
Fitossanidade	A presença de resíduos pode ser responsável por um aumento de pragas e doenças, associado a melhores condições de temperatura e humidade (nos resíduos) para a sua reprodução. Contudo, essas condições também favorecem o desenvolvimento de outros insetos que podem ser úteis (predadores), pelo que ao longo do tempo tende a gerar-se um equilíbrio e em muitos casos, pode até diminuir a pressão de pragas e doenças, assim como a necessidade do uso de produtos fitossanitários. A rotação cultural pode atenuar esta situação.
Melhoria da produtividade dos solos	A redução na intensidade/frequência da mobilização resulta num aumento do teor de matéria orgânica e numa maior estabilidade dos agregados, com diminuição a longo prazo das quantidades de fertilizantes necessários para um mesmo nível de produção.
Redução da erosão	A não mobilização do solo em paralelo com a manutenção de resíduos diminui as perdas de solo que se perde com o escorrimento superficial da água, por vezes em mais de 90%, o que beneficia a qualidade da água comparativamente com o sistema convencional com recurso à mobilização do solo, no qual os cursos e reservatórios de água recebem não só as partículas arrastadas, mas também os produtos resultantes da degradação dos fertilizantes e pesticidas utilizados nas culturas, bem como a matéria orgânica. O aumento da taxa de infiltração dos solos provoca não só uma menor erosão como também, menores riscos de encharcamento da superfície do solo, principalmente nas zonas mais baixas e de topografia menos favorável.
Redução das emissões de GEE	A preparação e mobilização do solo aumenta a mineralização da matéria orgânica, transformando os resíduos das plantas em dióxido de carbono (CO_2), que é libertado para a atmosfera. Por outro lado, uma diminuição das operações de mobilização do solo conduz obviamente a menos consumo de combustíveis fósseis, evitando a emissão de CO_2 para atmosfera.
Biodiversidade	Promovendo a estrutura do solo, favorece-se a atividade biológica no solo, que por sua vez, atrai uma maior diversidade e quantidade de espécies, nomeadamente aves, cujos hábitos e necessidades alimentares se encontram asseguradas com estas práticas.
Menos trabalho	A sementeira direta pode representar uma poupança de tempo de até 5 horas por hectare, em comparação com o sistema de mobilização tradicional com o recurso à mobilização do solo pois, na maioria dos casos, exige apenas o tempo necessário para o controlo de infestantes em pré-sementeira e a passagem com o semeador para realizar a sementeira.

Tabela 4 | Vantagens da Agricultura de Conservação (Cont.)

Vantagens	Descrição
Poupança de tempo	A produtividade do trabalho é aumentada pelo facto do tempo que se poupa com a passagem de máquinas agrícolas, poder ser utilizado em outras atividades produtivas.
Poupança de combustível	A redução do consumo de combustível poderá atingir os 30 litros de gasóleo por hectare e por ano.
Menores gastos de manutenção dos equipamentos	Ao diminuir-se a intensidade de mobilização dos solos reduz-se também o número de horas de trabalho das máquinas, o que resulta na diminuição no número de tratores, máquinas e equipamento de mobilização de solo necessários, assim como na redução dos custos de manutenção dos mesmos e no aumento da sua vida útil.

Fonte: Adaptado de Barros & Freixial, 2011

Além das práticas específicas da agricultura de conservação atrás referidas, a realidade prática das explorações não se extingue somente com um sistema de produção, seja ele mais ou menos intensivo. A lista que a seguir se apresenta, compila as principais soluções que integram práticas de agricultura convencional, com agricultura de conservação e mesmo com sistemas alternativos como é o caso da permacultura. Estas práticas podem ser complementares entre si. O intuito aqui é contribuir com medidas que possam atenuar a questão de adaptação a um clima com menos água e mais seca.

- Criação de pequenas bacias de retenção hídrica para uso agrícola[4];
- Uso de sistemas de rega localizada (gota-a-gota), que operam com caudais baixos e pressões reduzidas, evitando o escoamento superficial e contribuindo para a eficiência do processo de rega;
- Uso de fertilizantes líquidos orgânicos incorporados no processo de rega localizada;
- Uso de energia renovável para o bombeamento de água, reduzindo os custos de irrigação;
- Uso de *mulching* orgânico (palha, folhas, madeira triturada, fibras naturais, composto) para reduzir a temperatura edáfica e a evapotranspiração, favorecendo a retenção de humidade no solo;
- Evitar a tração em áreas íngremes, prevenindo a erosão edáfica e promovendo o aumento de retenção hídrica no solo;
- Uso de práticas de *Keyline design*[5], que aumentam a infiltração hídrica e retenção de água no solo, evitando processos erosivos e aumentando a produtividade de pastagens e a disponibilidade hídrica em uma maior área;
- Fertilização do solo através de matéria orgânica do solo, de modo a melhorar a estrutura do solo e a retenção hídrica;
- Preparação do terreno com algumas depressões de modo a aumentar a retenção hídrica do solo.

[4] Para mais detalhes, ver capítulo 5.2.2 - Paisagens de retenção de água.
[5] Para mais informações ver capítulo 5.3.2.5 - Sistema Keyline (design).

5.1.2 - Agrofloresta

Os sistemas agroflorestais, são como o nome indica, uma combinação de agricultura e silvicultura. Neste sistema, os agricultores combinam árvores ou arbustos com produções agrícolas e, às vezes, até com o maneio de gado. Esta combinação de múltiplas espécies de plantas, ao invés de uma "simples" monocultura, apresenta várias vantagens. O aumento da biodiversidade proporciona um habitat mais adequado para o sustento de uma maior variedade de espécies animais do que uma paisagem mais simples ou linear (tipicamente associada às monoculturas). Esta situação favorece o controle natural de pragas ou mesmo a polinização, que são dois dos serviços dos ecossistemas que podem sair valorizados com estas práticas. Por outro lado, os agricultores diversificam a sua produção e as fontes de rendimento da terra. A prazo, também melhoram a qualidade do solo e a água, reduzindo a erosão provocada pelo vento e nalgumas situações, ajudam a prevenir situações de alagamento.

Os sistemas agroflorestais mais conhecidos em Portugal são sem dúvida os Montados, que por definição são sistemas agro-silvo-pastoris, onde a cortiça, é muitas vezes a principal receita desses espaços, complementada pela pastagem que serve de alimentação ao gado (tipicamente bovino, ovino ou suíno). As previsões do impacto para as alterações climáticas sugerem que estes espaços possam vir a sofrer uma maior pressão, associada à seca, e assim acentuar a perda de sobreiros ou azinheiras, algo que já se tem vindo a assistir ao longo dos anos com o declínio do montado e por conseguinte à desertificação, caso não sejam adotadas medidas de adaptação.

A introdução da pastagem e por conseguinte de animais na paisagem florestal, permite gerar um ciclo virtuoso entre o alimento para as espécies animais, e estes produzem fertilizante necessário à regeneração da própria paisagem e produção agrícola nos terrenos de cultivo. Ainda através da pastagem os animais, exercem uma ação de desbaste natural da vegetação, prevenindo nomeadamente a ocorrência de fogos florestais pela diminuição de material combustível disponível.

No que toca a estes sistemas, importa referir que no Alentejo e, nomeadamente no Baixo Alentejo, o montado apresenta comumente uma idade avançada, uma baixa densidade e uma incidência preocupante de pragas. A regeneração de azinheiras tem sido particularmente difícil, devido à presença de solos pobres, de deficiência hídrica e de baixa capacidade de água nos solos que se

encontram bastante erosionados. Situação agravada face ao fungo patogénico *Phytophthora cinnamomi* [6] que representa uma ameaça ao sucesso de regeneração natural e ao estabelecimento de novos povoamentos de sobro e azinho através de sementeiras diretas, limitando a capacidade de sobrevivência destas espécies.

Não obstante, a azinheira e o sobreiro, são as espécies dominantes em áreas de montado e constituem espécies autóctones bem-adaptadas aos regimes irregulares de precipitação, a longos períodos estivais e a condições demarcadas de aridez. Nestas circunstâncias, algumas das medidas devem incluir o aproveitamento da regeneração natural sempre que possível (uma vez que é naturalmente escassa) e uma gestão do encabeçamento por baixo. O tema do encabeçamento no montado é controverso, nomeadamente, porque dependem da espécie animal em causa e das práticas de maneio utilizadas. Contudo, trabalhos recentes sobre a fragmentação do Montado, indicam que, em termos dos limites de encabeçamento adequados, por exemplo para o gado bovino, valores de encabeçamento em torno de 0,3 CN[7]/ha pode ter um efeito negativo, sendo que para o gado ovino o limite poderá estar em torno de 1,2 CN/ha (Almeida, Azeda, Guiomar, & Pinto-Correia, 2015).

Figura 8 | Exemplos de montado com diferentes sistemas pastoris

Fonte: http://probimor.pt/suinos-identificacao-registo-e-circulacao/
e https://www.malhadinhanova.pt/pt/natureza/criacao-de-gado/

[6] Provoca a doença da tinta do castanheiro e de outras quercíneas.

[7] CN é abreviatura de "Cabeça Normal". Medida pecuária que relaciona os efetivos, convertidos em cabeças normais, em função das espécies e das idades, através de uma tabela de conversão, e, em que, um animal adulto da espécie bovina corresponde a 1 C.N.

Ao contrário do montado, os sistemas agroflorestais que passamos a descrever inserem-se melhor em sistemas que tipicamente são agrícolas e estão associados a culturas anuais. Nestes casos a novidade é a integração da silvicultura no espaço da exploração. É a situação que se descreveu no início, onde as plantas perenes lenhosas são deliberadamente usadas na mesma área do que outras culturas agrícolas, em alguma forma de disposição espacial ou temporal, valorizando as interações ecológicas e económicas entre os vários componentes.

Ao expandirem a biodiversidade do sistema, expandem igualmente a produtividade primária, incrementando o fornecimento de serviços dos ecossistemas. Desta forma, tornam-se mais resilientes a eventos climáticos como períodos de ondas de calor, seca e fenómenos de precipitação intensa. Este um aspeto fundamental destes sistemas é menos vulnerável a períodos de ondas de calor e seca, seja pela maior retenção hídrica no solo e pela criação de sombra direta pelas árvores, reduzindo riscos decorrentes de altas temperaturas e períodos de seca. O aumento da biodiversidade, favorece também o controlo de pragas e a promoção da polinização (o que aumenta a produtividade das culturas).

De acordo com a organização *Agroforestry Research Trust*, existem vários benefícios destes sistemas quando comparado com outros sistemas agrícolas/silvícolas separados, tais como:

- Aumento das sinergias entre culturas arvenses e silvícolas;
- Controlo da erosão edáfica, reduzindo perdas de água, de matéria orgânica e nutrientes;
- Promoção de um microclima mais favorável para a produção de culturas e para o desenvolvimento de fauna, devido à proteção contra o vento, interceção de radiação solar e água pluvial pelas árvores;
- Aumento da disponibilidade hídrica no solo;
- Melhoria da estrutura e fertilidade do solo, decorrente da presença das raízes arbóreas que possuem um efeito superior no arejamento edáfico, da presença de restos de matéria orgânica proveniente das culturas arvenses e silvícolas (nomeadamente restos de folhas e podas);
- Uso mais eficiente dos nutrientes pela presença de um ciclo de nutrientes mais completo;
- Diminuição de pragas e doenças;
- Estética da paisagem mais atraente e aberta favorecendo atividades recreativas.

Os benefícios económicos dos sistemas agroflorestais são também muito relevantes, o que decorre do aumento de produção em aproximadamente 40% (SPI, IDAD, & UE, Plano Intermunicipal de

Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, 2018) e da diversificação dos produtos agrícolas e silvícolas. Os riscos económicos a considerar nestes sistemas são mais reduzidos, pois produzem-se vários produtos. Os sistemas agroflorestais permitem o desenvolvimento de um recurso de madeira de qualidade, que complementa os produtos agrícolas produzidos. É de destacar o papel destes sistemas na manutenção da terra para gerações futuras, evitando o seu abandono e combatendo fenómenos como a desertificação.

Figura 9 | Exemplos de sistemas agroflorestais

Fonte: https://euraf.isa.utl.pt/countries/unitedkingdom
e https://institutoagro.com.br/sistemas-agroflorestais/

É, porém, de sublinhar que os sistemas agroflorestais, devem ser vistos numa perspetiva de longo prazo, pois ao contrário das culturas anuais, a floresta pode demorar décadas a gerar receita, principalmente se estivermos a falar de silvicultura com vista à produção de madeira de qualidade e no caso que melhor conhecemos, a produzir cortiça amadia.

5.1.3 - Introdução de Espécies Aromáticas

A introdução de espécies aromáticas em espaços agrícolas, agroflorestais ou agro-silvo-pastoris constitui igualmente uma medida potenciadora da sustentabilidade, promovendo sistemas mais saudáveis e resistentes a fatores de perturbação, tais como as alterações climáticas. Em geral as plantas aromáticas são muito eficientes na gestão da água podendo suportar longos períodos de tempo em stress hídrico. Além disso, atraem insetos polinizadores e auxiliares, e agem como repelentes naturais de pragas, contribuindo para o aumento da produção agrícola e a estabilidade dos ecossistemas criados onde se inserem.

A característica de atraírem os insetos auxiliares, faz com que sejam também conhecidas por "plantas companheiras". Estes insetos desempenham um importante papel no ecossistema por serem os predadores, parasitas ou parasitoides, capazes de combater pragas e doenças em vários sistemas agrícolas. Por esta razão, constituem uma forma de Luta Biológica, no combate de pragas e doenças de forma "natural" para o ambiente.

Outro papel que desempenham é o de repulsão de múltiplos insetos que frequentemente constituem pragas nos sistemas agrícolas, promovendo deste modo a fitossanidade e resistência destes sistemas de forma natural. A tabela seguinte, apresenta alguns exemplos de espécies aromáticas atractoras de insetos auxiliares, polinizadores e repelentes de pragas que podem ser utilizados em agricultura e em sistemas agroflorestais, tais como o montado.

Tabela 5 | Espécies atractoras de insetos auxiliares e polinizadores e repelentes de pragas

Espécie	Atraente de	Repelente de
Absinto *(Artemisia absinthium)*		Diversas pragas
Alecrim *(Rosmarinus officinalis)*	Insetos polinizadores	Diversas pragas
Alfazema *(Lavandula angustifolia)*	Insetos polinizadores	Diversas pragas
Betónica *(Satureja montana)*	Insetos polinizadores	Diversas pragas
Calêndula *(Calendula officinalis)*	Grande quantidade de insetos úteis	Grande número de pragas
Erva-cidreira *(Melissa officinalis)*	Insetos polinizadores	O forte cheiro a limão repele vários insetos
Funcho *(Foeniculum vulgare)*	Sirfídeos predadores	
Poejo *(Mentha pulegium)*		Ratos e formigas
Rosmaninho-maior *(Lavandula stoechas)*		Diversas pragas
Salvia *(Salvia officinalis)*	Insetos polinizadores	Diversas pragas
Santolina *(Santolina chamaecyparissus)*	Insetos polinizadores	Grande número de insetos
Tanaceto *(Tanacetum vulgare)*		Diversas pragas como piolhos, lagartas, ácaros e formigas
Tomilho *(Thuymus sp.)*		Lagarta da couve

Fonte: Adaptado de SPI, IDAD, & UE, Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, 2018

5.1.4 - Prados Permanentes (Orlas Multifuncionais)

Uma das formas mais antigas de promover os benefícios ecológicos fornecidos pelos sistemas agrícolas e incrementar a sua estabilidade, baseia-se na sementeira de prados permanentes, em

locais como: nas entrelinhas de árvores; nas entrelinhas de pomares ou vinhas; nas estremas junto a cercas ou caminhos; ou simplesmente, como forma de melhorar o fundo de fertilidade do solo e para servir de pasto a animais. Nos últimos anos têm sido apresentadas múltiplas formulações de prados, que cumprem diversos fins (recuperação de solos, melhoramento, etc.).

Uma das variantes mais conhecidas, diz respeito às Pastagens Permanentes Semeadas Biodiversas Ricas em Leguminosas (PPSBRL), que podem ser compostas por uma mistura até 20 espécies ou variedades de gramíneas, leguminosas e outros grupos funcionais. A presença de leguminosas na mistura é particularmente relevante, pois elimina ou reduz a necessidade de adubação com azoto, (as leguminosas possuem a característica de fixar azoto atmosférico, transferindo-o para o solo). Já a ampla variedade de espécies presente permite uma melhor adaptação às plantas de forma que prosperem em cada zona, contornando o problema da grande heterogeneidade do solo observada nos campos utilizados como pastagens.

Independentemente das misturas, os prados permanentes conferem um aspeto orgânico e naturalizado aos sistemas agrícolas, e uma boa adaptação às condições edafoclimáticas do local, diminuindo o risco de erosão edáfica. Simultaneamente, os elementos cénicos da paisagem também saem reforçados com os jogos de textura e volumes, estimulando a biodiversidade faunística residente e temporária.

A utilização de misturas de prados nas entrelinhas na vinha e no olival (enrelvamento) tem sido uma prática cada vez mais frequente nos últimos anos, por promover uma boa gestão do solo e sustentabilidade ambiental desses espaços que tendem a dominar a paisagem local.

Figura 10 | Enrelvamento na vinha

Fonte: http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/melhores-praticas-na-vinha/biodiversidade/vantagens-do-enrelvamento

Os benefícios decorrentes do enrelvamento têm sido amplamente demonstrados, destacando-se os seguintes:

- Controlo e/ou redução da erosão edáfica;
- Melhoria da estrutura e arejamento do solo;
- Melhoria da fertilidade do solo (recomenda-se a inclusão na sementeira de espécies da família *Fabacea*, pela sua capacidade de fixação de azoto);
- Libertação de nutrientes úteis para as videiras através da decomposição vegetal de resíduos dos prados;
- Diminuição do escoamento superficial e promoção da infiltração profunda, favorecendo o ciclo hidrológico e a recarga de aquíferos;
- Melhoria da mobilidade para máquinas agrícolas;
- Diminuição da incidência de fungos de *Bortrytuis*;
- Melhoria da maturação da uva;
- Aumento da biodiversidade do ecossistema da vinha, promovendo a atração de insetos auxiliares e insetos polinizadores.

5.1.5 - Agricultura Biológica

A Agricultura Biológica surge como uma reação à intensificação da produção, onde não se utilizam OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), nem produtos químicos para fertilização ou no combate a pragas e pressupõe um aproveitamento mais racional dos recursos naturais, nomeadamente o solo e a água. A ideia é obter desta forma alimentos de qualidade superior, preservando o ambiente.

Ao conceito de melhorar a fertilidade dos solos e produzir alimentos "orgânicos" livres de químicos com baixa intensidade de recursos, associam também a conservação da diversidade genética local. Neste modo de produção, sempre que possível são empregues métodos agronómicos, biológicos e mecânicos em vez de químicos, para realizar qualquer função no sistema de produção.

A Agricultura Biológica tem vindo a crescer ao longo dos anos e parece que vai ao encontro das preocupações dos consumidores, nomeadamente dos urbanos que procuram produtos com menor impacto no ambiente e em princípio, mais seguro para a sua saúde. O fato da certificação estar associada a estes produtos explica uma parte do seu sucesso, contudo acarreta um custo associado.

Em Portugal, esta agricultura tem vindo a crescer ao longo dos últimos anos (entre 2012 e 2018 cresceu 6,1 %), ainda assim, este incremento está aquém de outros países, como por exemplo a Espanha e a Áustria, que em igual período, apresentaram um aumento de 27,9% e 19,9%, respetivamente.

A importância da Agricultura Biológica para as alterações climáticas também está explanada no Roteiro Nacional para a Neutralidade Carbónica (2050), que se refere a esta agricultura como "...principal driver para a descarbonização..." e, refere claramente que a expansão da Agricultura Biológica pode potenciar a diminuição dos gases com efeito de estufa.

Já a nível Europeu, o interesse tem sido crescente e isso manifesta-se em novas políticas, nomeadamente, as relativas à Transição Climática e Energética. A Comissão Europeia através do Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*), e da Estratégia do Prado ao Prato (*Farm to Fork*) – foca-se na necessidade de reduzir o uso e o risco de pesticidas, de antibióticos e fertilizantes, e aumentar a participação da agricultura biológica, da Estratégia da Biodiversidade aponta claramente para a necessidade de promover a Agricultura Biológica e coloca metas, como 25% da SAU em Agricultura Biológica em 2030, o que configura uma mudança irreconhecível para a agricultura tal e qual como a conhecemos atualmente. Apesar destas políticas configurarem ambições por parte da Comissão, ainda assim, revela claramente a visão e o caminho que se irá prosseguir nos próximos anos.

5.1.6 - Sistemas Pecuários

Com o aumento do número médio de dias secos consecutivos (com precipitação diária inferior a 1 mm) e um potencial decréscimo da precipitação acumulada anual (aproximadamente 9-10%), previsto ocorrer até ao final do século no Sul do País (a tendência é a mesma para o território nacional), a seca e o calor associado, representam os principais problemas para este sistema.

A seca prolongada apresenta vários impactos nos sistemas pecuários, nomeadamente:

- A partir de março, menor produção de matéria seca total nas pastagens, e menor quantidade de água no período em que a temperatura é mais favorável ao crescimento das plantas;
- A partir de março, um aumento do período de tempo em que os animais necessitam de alimentos conservados (final do período de crescimento da primavera até cerca de 1 mês após as primeiras chuvas efetivas do outono);
- Incremento da área de matos nas regiões mais áridas de Portugal, onde condições para o desenvolvimento arbóreo sejam mais difíceis pelo aumento da estação seca na primavera e verão;
- Diminuição acelerada da qualidade alimentar da erva seca (conservada "em pé") para consumo durante o final da primavera e verão;
- Queda progressiva das folhas pratenses, diminuindo o valor nutritivo e a gestão voluntária dos animais.

Com a produção de alimento comprometida, designadamente pastagens de boa qualidade, não só fica em causa a sobrevivência dos animais, como podem surgir várias patologias, tais como problemas de fertilidade dos animais e doenças associadas a carências diversas. Alguns animais, devido à falta de alimento, impele-os na busca de espécies que normalmente não ingerem, e que muitas vezes são tóxicas, agravando o problema de saúde e bem-estar animal já precário.

A falta de água, intrinsecamente relacionada com a produção de biomassa, afeta como seria de esperar o abeberamento do gado, provocando não só a desidratação grave dos animais, como pode levar à intoxicação por cianobactérias em águas paradas e eutrofizadas e ao aumento de clostridioses nos ovinos. A saúde dos animais (e das pessoas) também pode ser afetada com o surgimento de doenças emergentes e o ressurgimento de doenças já erradicadas.

O aumento de stress, motivado pelo incremento de temperatura também é bastante preocupante, nomeadamente em sistemas de produção mais intensiva, podendo aumentar significativamente a taxa de mortalidade e a diminuição da produtividade. Em paralelo, o confinamento dos animais associado ao aumento da temperatura, contribui para a libertação de maiores quantidades de amoníaco e por conseguinte, agrava a concentração de GEE na atmosfera.

A atividade silvo pastoril desempenha um papel muito relevante no território. É uma atividade económica fundamental em meio rural e permite a limpeza e gestão de combustíveis do espaço natural, que de outra forma, transformar-se-ia em matos, aumentando o risco de incêndio e nesta espiral de degradação, intensificar os fenómenos de desertificação. Encontrar medidas que possam atenuar este problema é, pois, fundamental.

Algumas práticas de adaptação têm vindo a ser já adotadas pelos agricultores, nomeadamente a sementeira de pequenas áreas de pastagens irrigadas (10-15% do total da área das explorações) e a utilização da sementeira direta de cereais praganosos e/ou suas consociações, que funcionarão como apoio ao pastoreio no final do outono/início do inverno. A utilização de sistemas de rega, como o Pivot para a produção de alimento para o gado bovino, permite aliviar a pressão por exemplo em zonas de montado. Ainda assim, esta é uma medida que dificilmente poderá ser alargada a todo o território nacional e a todas as espécies animais.

Podem ainda ser adotadas medidas adicionais para adaptação do material vegetal a períodos prolongados de seca em sistemas pecuários extensivos, nomeadamente: realização de rega de culturas de outono/inverno, particularmente as destinadas a forragem, realização de regas das pastagens durante a noite ou início da manhã, definição de dotações para rega deficitária de culturas permanentes e restrições de áreas a regar de culturas anuais, dando prioridade às culturas forrageiras.

Outras medidas de adaptação incluem a construção de bacias de retenção e infiltração hídrica, permitindo o seu armazenamento durante períodos estivais e o seu uso para abeberamento do gado (ver 5.2.2 e 5.3.2.6). Adicionalmente a criação de um sistema *Keyline* (ver 5.3.2.5) pode ser igualmente muito relevante, de modo a promover a absorção de água pluvial no solo, permitindo o prolongamento da época em que a água se encontra disponível no terreno.

Devem ainda ser adotadas medidas de adaptação a períodos longos de seca em sistemas pecuários relativas aos animais, destacando-se as seguintes:

- Procura com antecedência de alimento para o gado por forma a garantir reservas;
- Promoção de raças autóctones e de pequenos ruminantes de pequeno porte;
- Utilização da capacidade das fêmeas para deposição de gordura corporal durante a Primavera para a sua mobilização ao longo dos períodos de maiores necessidades;
- Estudo e promoção da instalação adequada de árvores e arbustos que sirvam de resguardo ao calor, vento e frio para os animais (importância da criação de sistemas agro-silvo-pastoris);
- Concentração em janeiro/fevereiro das fases reprodutivas das fêmeas, que exigem maiores necessidades alimentares.

Na área do conhecimento, sublinha-se a importância do desenvolvimento de estudos no melhoramento de plantas (espécies pratenses com menor stress hídrico e térmico e que conservem as folhas por mais tempo após a maturação), de seleção animal e, estudos sobre metabolismo e capacidade de adaptação de animais em condições climáticas adversas.

5.1.7 - Floresta

Os resultados do projeto SIAM (*Climate Change in Portugal - Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*) para a distribuição do potencial das principais espécies florestais no final do século XXI apontam para diferentes alterações na distribuição geográfica potencial das espécies e alterações significativas na produtividade primária líquida dos povoamentos florestais.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projeto, irão ocorrer as seguintes transformações decorrentes das alterações climáticas:

- Redução da área com aptidão para o pinheiro-bravo, com exceção do norte litoral; A diminuição geral de produtividade, considerando todas as regiões, situa-se entre 15 e 20%; conjetura-se um aumento da sua distribuição potencial nas zonas de maior altitude;
- Aumento da produtividade do eucalipto no norte litoral em cerca de 10%, e redução geral da sua produtividade nas restantes regiões; em média, o decréscimo da sua produtividade situar-se-á entre 10 e 15%; conjetura-se um aumento da sua distribuição potencial nas zonas de maior altitude;
- Aumento significativo da produtividade primária líquida do sobreiro nas regiões a norte, com diminuição significativa nos solos com menor capacidade de retenção hídrica na região sul litoral e região sul interior; considerando a distribuição atual desta espécie, o impacto económico da diminuição da sua produtividade será substancial;
- Aumento da vulnerabilidade dos povoamentos de azinheira, que terão uma sustentabilidade reduzida face a um cenário climático mais severo, podendo desaparecer em diversas áreas de montado, levando à sua substituição por formações vegetais de matagais mediterrânicos;
- Redução da área de distribuição potencial dos carvalhos, em particular no norte interior e aumento da sua produtividade no norte litoral, nas zonas de maior altitude e de bons solos.

De acordo com estes resultados, as consequências destes impactos farão se sentir de forma diferenciada no Norte e no Sul do País. No Alentejo, local onde se encontra a maior mancha de sobreiros na Europa, espera-se que possa vir a ocorrer uma diminuição da produtividade primária líquida do sobreiro. Em contrapartida, a norte, a situação inversa poderá ocorrer.

Prevê-se igualmente um aumento da dificuldade na regeneração de povoamentos de sobreiro, bem como um maior stress ambiental, conduzindo a uma preocupante possibilidade de mortalidade em regiões quentes e secas do interior. A possibilidade de evolução das áreas de montado para cenários de produtividade suberícola abaixo do limiar de rendibilidade constitui uma possibilidade real se estes cenários se vierem a confirmar.

Na mesma linha, prevê-se para o caso da azinheira um acentuar do declínio face a um cenário climático mais severo, podendo esta espécie desaparecer em várias áreas de montado, levando à sua substituição por formações vegetais de matagais mediterrânicos. A dificuldade de regeneração irá acentuar-se e a frutificação será afetada pelo aumento de temperatura e diminuição da precipitação, o que diminuirá o tamanho das bolotas e a sua produção total. O expectável declínio da espécie nas áreas de montado, decorrente das alterações climáticas previstas é bastante preocupante, podendo ocorrer uma diminuição do interesse da espécie para produção de alimentação animal.

O aumento do risco de incêndios florestais e o impacto de novos (ou não) agentes bióticos, são outras duas alterações que o SIAM aponta e que terão impactos muito visíveis nas várias espécies florestais nacionais. Estes agentes bióticos incluem pragas, doenças e espécies exóticas invasoras que podem produzir impactos avultados nos ecossistemas florestais e tornam as árvores e ecossistemas mais vulneráveis a outros fatores de perturbação.

Neste sentido, é incontornável falar do efeito do aumento da temperatura média anual e diminuição da precipitação, que poderá vir a aumentar a atividade do inseto vetor do nemátodo da madeira do pinheiro (*Monochamus galloprovinciallis*) e o desenvolvimento de outras populações de espécies bióticas nocivas, com mais do que uma geração anual, designadamente escolitídeos. No caso do sobreiro e azinheiro, destaca-se o expectável aumento dos surtos de carvão do entrecasco (Biscogniauxia mediterrânea), o provável aumento da perda de vitalidade causado pela doença

da tinta (*Phytophtora cinnamomi*), e uma maior incidência de várias pragas por via do stress hídrico. O aumento da incidência da doença da tinta no castanheiro poderá ser também significativo, agravando ainda mais os problemas com a produção de castanha.

Tendo em conta este panorama, uma das melhores estratégias de adaptação às alterações climáticas, passa por restaurar os ecossistemas florestais com espécies autóctones adaptadas às condições macroclimáticas e microclimáticas de cada região, ou seja, promover a florestação com espécies autóctones, que se encontram naturalmente mais bem-adaptadas ao clima atual e a condições futuras de térmico e hídrico.

As florestas autóctones estão melhor preparadas para lidar com longos períodos de seca, stress térmico e hídrico, e períodos de precipitação intensa, em comparação com as espécies introduzidas. Além do mais, são mais resistentes a pragas e doenças, situação que se acentua com a complexificação da paisagem utilizando várias espécies criando interrupções nos povoamentos monoculturais.

A seleção de vegetação nativa deve ser assim realizada não só por razões ecológicas, mas também por razões culturais, tradicionais e pela capacidade de afirmação da identidade nacional. A crescente preocupação relativa ao uso de espécies autóctones em detrimento de espécies exóticas decorre também da redescoberta do seu valor ornamental e ecológico, e como forma de combate à preocupante perda do património florístico português.

A escolha das espécies a adotar podem ser consultadas por exemplo através do enquadramento com os Programas Regionais de Ordenamento Florestal (PROF). Estes planos estabelecem as normas específicas de utilização e exploração florestal dos espaços florestais, identificando as espécies a privilegiar nas ações de expansão e reconversão do património florestal e as normas específicas de silvicultura a aplicar.

Como referência geral, identificam-se algumas espécies com interesse a introduzir nos ecossistemas do Sul, nomeadamente:

Arbutus unedo (medronheiro), Tamarix africana (tamargueira), Quercus suber (sobreiro), Olea europaea (oliveira), Pinus pinea (pinheiro-manso) e Ceitis australis (lódão-bastardo)

E no Norte:

Quercus pyrenaica (carvalho negral), *Quercus faginea* (carvalho-português), *Acer monspessulanum* (zêlha), *Acer campestre* (acer-menor), *Castanea sativa* (castanheiro), *Crataegus monogyna* (pilriteiro), *Corylus avelllana* (aveleira), e *Arbutus unedo* (medronheiro).

A criação de povoamentos florestais autóctones permitirá conjeturar diversas funções ambientais e ecológicas no território, contribuindo para a conservação de água, do solo e da biodiversidade. Adicionalmente, as espécies autóctones constituem habitat para inúmeras espécies de fauna nativa que delas dependem, e neste sentido, são essenciais na manutenção da vida selvagem. A fauna nativa é também vulnerável aos impactos das alterações climáticas, incidindo em possíveis alterações na fenologia ou comportamento migratório, no aumento da taxa de mortalidade natural devido a maior ocorrência de fenómenos extremos, desfasamentos dos ciclos reprodutivos com o ótimo ambiental para a sua ocorrência, empobrecimento ou redução da adequabilidade do meio.

A reflorestação com espécies autóctones em áreas de maior aridez é também essencial, permitindo a recuperação de solos degradados ou em processo de degradação. A instalação de espécies arbóreas e arbustivas nativas adaptadas a longos períodos de stress hídrico permitirá minimizar o risco de erosão, promover a fertilidade do solo e assegurar a capacidade dos ecossistemas em proporcionar bens e serviços. O coberto florestal assume especial importância no âmbito das intervenções de prevenção e de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, permitindo fornecer valor adicional à paisagem.

Para além da florestação com espécies autóctones (adaptadas às condições climáticas atuais e futuras) e da diversificação dos povoamentos florestais, devem ser promovidas medidas de ordenamento florestal (a nível nacional) adicional que permitirão uma melhor adaptação às alterações climáticas, tais como:

- Proteção e condução de regenerações naturais de arvoredo autóctone;
- Promoção de medidas que diminuam o stress térmico e hídrico dos povoamentos florestais, nomeadamente medidas de proteção do solo com espécies tapetizantes autóctones, realização de adensamentos, desbastes, e aproveitamento da regeneração natural;
- Promoção da certificação da gestão florestal sustentável, reforçando mecanismos e instrumentos necessários à melhoria da gestão florestal e combate à desertificação;
- Promoção da conectividade da paisagem florestal numa matriz de corredores ecológicos que promova a comunicação em termos de espécies e genes no espaço e tempo;
- Criação de pequenos mosaicos diferenciados em áreas homogéneas extensas, para aumentar a diversidade de habitat e potenciar a dispersão de espécies;
- Promoção do restauro ecológico dos habitats florestais, potenciando a sua resiliência e sustentabilidade, nomeadamente em áreas de maior sensibilidade ecológica como cabeceiras das bacias hidrográficas, encostas declivosas mais propensas à erosão e na envolvência dos cursos e linhas de água de regime torrencial;
- Recuperação de galerias ripícolas e renaturalização de linhas de água;
- Monitorização contínua para adoção de uma postura preventiva do aparecimento e desenvolvimento de pragas e doenças das espécies florestais;
- Recuperação de áreas afetadas por pragas e doenças;
- Criação de um sistema de avisos e boletins fitossanitários para as principais pragas florestais e elaboração de planos de ação dirigidos a agentes bióticos e abióticos específicos;
- Participação em ações de prevenção e luta contra agentes biológicos nocivos;
- Calendarização das operações florestais tendo em consideração aspetos técnicos, ambientais e fitossanitários;
- Implementação de medidas de combate a espécies invasoras;
- Integração, sempre que possível, de sistemas agroflorestais ou agro-silvo-pastoris como forma de criação de valor adicional na paisagem e de aumento da produtividade agrícola e silvícola;
- Instalação, sempre que possível, de pastagens permanentes;
- Adoção de técnicas que diminuam a mobilização do solo e a erosão;
- Desenvolvimento de projetos de sequenciação do genoma de espécies florestais autóctones especialmente vulneráveis a alterações climáticas como o sobreiro e azinheira;
- Estabelecimento de uma rede de arboretos, com o objetivo de testar a adaptação de espécies florestais autóctones a condições de maior variabilidade climática e maior stress térmico e hídrico.

Fonte: Adaptado de SPI, IDAD, & UE, Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, 2018

5.1.7.1 - Incêndios rurais/florestais

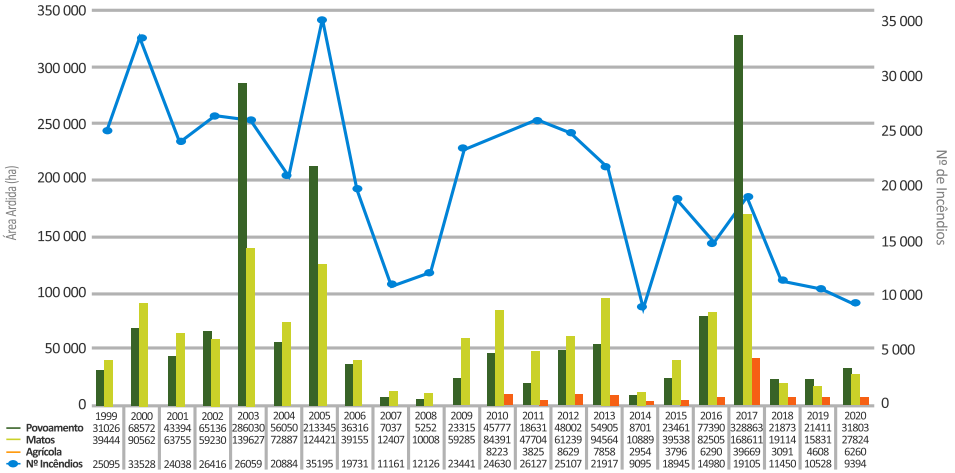
Os incêndios florestais têm efeitos económicos imediatos para os proprietários afetados, causam uma perturbação em todo o setor florestal alterando drasticamente os fluxos atuais e futuros dos

bens e serviços produzidos nas e pelas florestas, alteram o ritmo e as necessidades de trabalho e têm efeitos ambientais de dimensões mais do que proporcionais às áreas afetadas. Adicionalmente os incêndios florestais geram um sentimento social negativo e uma perceção de risco elevado associada à atividade florestal. O fogo liberta o carbono armazenado no lenho e no solo dos povoamentos florestais e da vegetação envolvente. Com a intensificação dos incêndios, a capacidade de regeneração dos ecossistemas diminui, aumenta a perda de biodiversidade e acentua-se o incremento da erosão do solo como consequência da combustão do coberto vegetal.

Os incêndios florestais constituem, por isso, uma das principais condicionantes ao desenvolvimento e crescimento das fileiras florestais. Entre 1999 e 2020 arderam cerca de 2.879 mil hectares de área florestal, correspondendo em média 130.876 ha por ano, sendo que 53% corresponderam a povoamentos e 47% a matos (Figura 11 - Número de incêndios rurais e correspondente extensão de área ardida em Portugal Continental, por ano, entre 1 de janeiro e 15 de outubro de 1999 a 2020.) Com valores desta magnitude quase que se poderia dizer que no espaço de 22 anos ardeu 47% da floresta nacional, considerando os dados do 6º Inventário Nacional (IFN6) que calcula os espaços florestas com 6,1 milhões de hectares (69%) do território nacional continental. Tal afirmação não está correta, pois neste período ocorreram vários incêndios repetidos no mesmo local. Outro aspeto muito pertinente que resulta da interpretação da Figura 11, prende-se com a existência de anos "extraordinários" ou "outliers" que se afastam muito do padrão "típico". Por exemplo, se considerarmos a área ardida de 2003, 2005 e 2017, só estes três anos, representam 47% de toda a área ardida dos últimos 22 anos! Da mesma forma, se calcularmos a média da área ardida, excluindo os mesmos três anos, verificamos que a mesma cai significativamente para 89.910 ha por ano (povoamentos + matos).

Em termos de espécies afetadas, o pinheiro-bravo tem sido a espécie mais afetada, seguida pelo eucalipto e pelo sobreiro.

Figura 11 | Número de incêndios rurais e correspondente extensão de área ardida em Portugal Continental, por ano, entre 1 de janeiro e 15 de outubro de 1999 a 2020



	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Povoamento	31026	68572	43394	65136	286030	56050	213345	36316	7037	5252	23315	45777	18631	48002	54905	8701	23461	77390	328863	21873	21411	31803
Matos	39444	90562	63755	59230	139627	72887	124421	39155	12407	10008	59285	84391	47704	61239	94564	10889	39538	82505	168611	19114	15831	27824
Agrícola												8223	3825	8629	7858	2954	3796	6290	39669	3091	4608	6260
Nº Incêndios	25095	33528	24038	26416	26059	20884	35195	19731	11161	12126	23441	24630	26127	25107	21917	9095	18945	14980	19105	11450	10528	9394

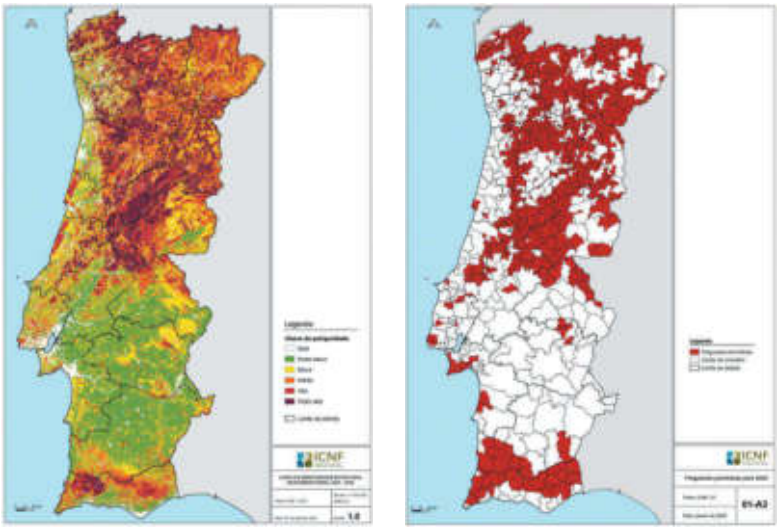
Fonte: Os dados de 1999 a 2009 tem origem em Autoridade Florestal Nacional, 2009 e os dados de 2010 a 2020 em ICNF, 2020[8]

No capítulo 3 ficou bem patente que de acordo com as projeções climáticas, o futuro será marcado por um aumento médio das temperaturas mínimas médias e máximas anuais; aumento do número de dias quentes; e o aumento do número de dias secos consecutivos até ao final do século. Associado a estas tendências, existe também um aumento do risco agravado de condições de aridez, devido à conjugação da previsão de aumento da temperatura média anual e da diminuição da precipitação média anual. Qualquer uma destas circunstâncias contribui para aumentar o risco de incêndio do território.

Na Figura 12 (à esq) encontra-se a carta de perigosidade estrutural (2020-2030) que contabiliza o risco estrutural. A perigosidade tal como está aqui apresentada, representa a probabilidade de ocorrência de fenómenos potencialmente destruidores, num determinado intervalo de tempo e numa dada área. É através da análise deste mapa que são definidas a maioria das ações de prevenção. Já na figura da direita, estão identificadas as 1.002 freguesias prioritárias (2020) para a fiscalização da gestão de combustível, no âmbito da defesa da floresta contra incêndios.

[8] Os dados de 1999 a 2009 não incluem a distinção de área agrícola ardida e o ano de 2020 é um valor provisório.

Figura 12 | Carta de perigosidade estrutural 2020-2030 (à esq) e freguesias prioritárias para 2020 (à dta)



Fonte: ICNF

Qualquer medida que possa ser promovida para evitar/reduzir a incidência dos fogos florestais/rurais é muito relevante no combate às alterações climáticas. Com condições meteorológicas mais favoráveis para a ocorrência de incêndios, a prevenção e gestão (ordenamento florestal) são dois aspetos chave que devem estar intimamente relacionados. Para além da florestação com espécies autóctones (mais resistentes ao fogo) abordado no ponto 5.1.7, a criação de manchas florestais de folhosas, principalmente como meios de interrupção da paisagem podem ser essenciais para a minimização dos incêndios florestais. A bibliografia científica reconhece que algumas espécies como carvalhos, sobreiros e vidoeiros são "resistentes" ao fogo e que desempenham um papel na minimização da propagação dos incêndios. Este é um aspeto particularmente importante quando se pretende reduzir a área afetada por grandes fogos florestais. Além disso, estas espécies ajudam a manter o ambiente relativamente húmido e as suas copas promovem um maior abrigo do vento durante o Verão. Uma aposta na florestação integrando estas espécies permitirá minimizar o risco de incêndios, verificando-se que é raro encontrar fogos com origem nestas manchas de folhosas, e quando acontecem, as árvores mantêm-se verdes.

Devem conjeturar-se várias medidas de Gestão de Combustíveis (GC), e redução de material vegetal e lenhoso de modo a dificultar a propagação de fogo na vertical (do estrato herbáceo para os matos e destes para as copas) e na horizontal (ao longo dos diferentes estratos). Deve assim promover-se a gestão de combustível na paisagem, evitando a fácil propagação do fogo e a sua intensidade. A Gestão de Combustíveis é uma medida regulada por diversos diplomas legais que estipula algumas das seguintes medidas orientada para edificações:

- O coberto arbóreo deve sempre que possível ter copas que se distanciem entre si pelo menos 4 m e ter a base das copas à altura mínima de 4 m; em árvores com altura inferior a 8 m, a desramação deverá ser até metade da sua altura;
- Deverá ser construída uma zona pavimentada de 1 a 2 m de largura, em torno da edificação;
- Nos 10 m adjacentes à edificação (até 20 m nas situações de maior declive) deverá ser criada uma faixa desprovida de combustível, constituindo uma faixa de interrupção de combustível; esta faixa poderá ter, excecionalmente, alguns exemplares arbóreos ou arbustivos isolados, desde que estejam a mais de 5 m da edificação, sejam regados e pertençam a espécies pouco inflamáveis e não estabeleçam continuidade horizontal e vertical de combustível;
- Esta faixa de 10 m deverá estar livre de quaisquer outras acumulações de matéria combustível, como lenha, madeira, etc.;
- Durante o período crítico só é permitido o empilhamento de produtos resultantes de corte ou extração (estilha, rolaria, madeira, cortiça e resina) desde que seja salvaguardada uma Faixa de Gestão de Combustíveis (FGC) de 50 m em seu redor; nesta FGC os primeiros 10 m não podem conter vegetação;
- Deverão ser removidas as ervas secas, folhas mortas, caruma dos pinheiros e ramos que se encontram no chão, na cobertura dos edifícios, caleiras, algerozes e passadiços de madeira.

Em todas as áreas florestais, deve também promover-se a criação de áreas de corta-fogo que diminuam a propagação do fogo, e devem ser criados vários pontos de água e percursos que permitam um combate mais eficaz a fogos florestais.

A manutenção de uma rede viária florestal é extremamente importante para o combate propriamente dito, mas também como ferramenta de organização e ordenamento do território.

No lado das medidas de prevenção sublinha-se o papel da pastorícia e a remoção de biomassa combustível por gado caprino. Esta é uma situação que pode ser muito relevante em territórios de difícil acesso, onde o esforço humano e material poderia ser bastante oneroso. Além disso, é uma medida que pode estimular a economia local em espaços que tipicamente já se encontram degradados ou abandonados.

Outra medida extremamente importante na prevenção de fogos florestais, nomeadamente, incêndios de grande dimensão, é a técnica de **fogo controlado**, pois permite a redução da carga combustível e consequentemente da área percorrida pelos incêndios.

A prática de fogo controlado só pode ser realizada em áreas abrangidas por um Plano de Fogo Controlado, instrumento que determina as ações a desenvolver e define a prescrição das condições de queima mais convenientes para a sua execução. Estes planos são geralmente elaborados a nível municipal, tendo um período de vigência de 5 anos, sendo a sua aprovação da responsabilidade do Instituto de Conservação da Natureza (ICNF) e da Comissão Municipal de Defesa Contra Incêndios do Município do local em causa.

5.1.8 - Espécies Invasoras

As espécies exóticas invasoras são uma das principais ameaças à biodiversidade a nível global e também têm grandes impactes sobre o nosso modo de vida. As espécies invasoras têm sido uma das principais causas de extinção de espécies nos últimos séculos, afetam gravemente a nossa saúde, e custam à sociedade europeia muito acima de 12 mil milhões € por ano. (Marchante, Morais, Freitas, & Marchante, 2014).

As projeções climáticas para os próximos anos preveem uma expansão das espécies invasoras para o interior do País, usando corredores de dispersão de sementes, como estradas e rios. Deste modo, devem ser adotadas medidas de adaptação às alterações climáticas que promovam uma monitorização contínua dos ecossistemas, adotando-se uma postura preventiva, e um controlo efetivo de espécies invasoras quando estas colonizam os *habitats*.

Quando ocorre uma invasão biológica, as espécies exóticas expandem-se naturalmente sem a intervenção direta do Homem, produzindo claras alterações na estrutura, composição, funções e processos dos ecossistemas naturais ou seminaturais, sendo neste caso designadas por invasoras. É de notar que existem também espécies autóctones invasoras, mas estas ocorrem com muito menor frequência. Os impactos negativos decorrentes das invasões biológicas são variados, afetando não só os ecossistemas como a dimensão económica e social.

Apesar dos aspetos positivos que terão justificado, por vezes, a introdução de espécies invasoras, estas são responsáveis por muitos impactes negativos, muitas vezes de difícil e dispendiosa resolução e, em alguns casos, irreversíveis. As espécies exóticas invasoras são consideradas atualmente uma das principais ameaças à biodiversidade e aos serviços dos ecossistemas, a que se juntam as alterações climáticas, a sobrexploração, as alterações do uso do solo e dos oceanos e a poluição (Díaz & et all, 2019). Alguns dos principais impactos negativos apresentam-se na Tabela 6.

Tabela 6 | Principais impactos de espécies exóticas nos ecossistemas naturais

Impacto Negativo	Caraterização
Económico	Impactes económicos elevados, quer ao nível da produção, nomeadamente quando são espécies que invadem áreas agrícolas, florestais ou piscícolas, quer na aplicação de medidas de controlo e recuperação de sistemas invadidos – a nível Europeu, uma estimativa feita no início do século XXI referia já perdas próximas de 12 mil milhões €/ano associadas às espécies exóticas invasoras.
Sistemas hídricos	Diminuição da disponibilidade de água nos lençóis freáticos, no caso de espécies muito exigentes no seu consumo e que se desenvolvem com grande intensidade.
Saúde pública	Impactos criados quando se trata de espécies que provocam doenças, alergias ou funcionam como vetores de pragas.
Ecossistemas	Impactos no equilíbrio dos ecossistemas conseguido ao longo de milhares de anos de evolução, sendo atualmente uma das principais ameaças à biodiversidade. A este nível, inclui-se a alteração dos ciclos biogeoquímicos (ciclo do carbono e azoto), a uniformização dos ecossistemas, a alteração dos regimes de fogo e das cadeias alimentares, e a competição com espécies nativas chegando, por vezes, a substituí-las completamente.
Serviços dos ecossistemas	Impactos na produção de alimentos, o fornecimento de água e recursos diversos, a regulação do clima, cheias, doenças, o valor estético e cultural das paisagens, etc.

Fonte: Adaptado de SPI, IDAD, & UE, Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, 2018 e de https://invasoras.pt/, 2021

Quando se fala em espécies exóticas, é preciso referir que algumas destas espécies coexistem com as espécies nativas de forma equilibrada, mas outras há que se desenvolvem muito rapidamente e escapam ao controlo do Homem tornando-se nocivas – estas são designadas espécies invasoras.

Além de superarem as barreiras geográficas, estas espécies conseguem superar barreiras bióticas e abióticas, mantendo populações estáveis.

Uma planta exótica passa a ser considerada invasora quando:

- se reproduz de forma autónoma e numerosa;
- se afasta dos locais onde foi inicialmente introduzida, tanto no espaço como no tempo (mais de 100 m, em menos de 50 anos para espécies dispersas por semente; mais de 6 m, cada três anos, para espécies com reprodução vegetativa), independentemente do grau de perturbação do meio e sem a intervenção direta do Homem;
- atinge grandes densidades; e consequentemente promove alterações ambientais e/ou prejuízos socioeconómicos negativas, apesar de também poder promover impactes positivos a alguns níveis.

Um exemplo muito bem conhecido em Portugal de uma espécie invasora diz respeito à *Acacia dealbata*, também conhecida por mimosa, acácia-mimosa, bichaneiras, que é considerada como uma das piores espécies invasoras em ecossistemas terrestres em Portugal continental. É uma espécie originária do Sudeste da Austrália (Nova Gales do Sul, Vitória) e Tasmânia. Tipicamente invade, terrenos frescos dos vales, zonas montanhosas e margens de cursos de água e de vias de comunicação. É particularmente eficaz em invadir áreas naturais depois de incêndios.

Existem múltiplos métodos que podem ser utilizados como medidas de erradicação de plantas exóticas/invasoras. Estes métodos são normalmente onerosos e morosos, pelo que quanto mais cedo se iniciar o processo de erradicação, melhor será a eficácia do método.

Como já foi referido, as espécies exóticas são uma das maiores ameaças ao bem-estar ambiental e económico do planeta. Ainda assim, algumas espécies invasoras foram introduzidas intencionalmente para determinados fins (fixação de terras e encostas) e são utilizadas pelas populações, pelo que podem também ter impactes positivos, sendo por isso a sua gestão por vezes alvo de controvérsia e causa de conflitos.

As medidas a adotar dependerão, portanto das práticas de uso e gestão do solo, que atuam de forma sinérgica com as alterações climáticas. Quando os solos são adequadamente ocupados e geridos, as espécies invasoras não possuem as condições de sucesso para disseminação que apresentam quando os solos se encontram em processo de erosão e desertificação.

Quando se verifica a presença de espécies invasoras num determinado ecossistema, deve promover-se uma substituição progressiva destas por espécies autóctones, devendo esta operação ser realizada de modo diferencial consoante o tipo de vegetação presente.

5.2 - RECURSOS HÍDRICOS

Os impactes resultantes das alterações climáticas sobre o sector dos recursos hídricos far--se-ão sentir diretamente sobre a disponibilidade de água, e indiretamente sobre o aumento da procura de água.

A modificação do regime de precipitação associado às alterações climáticas pode ter também impactos sobre a qualidade da água. Situações de extrema precipitação levam a caudais de cheia mais elevados, os quais podem ser responsáveis pela degradação da qualidade da água devido ao transporte de maiores quantidades de sedimentos e nutrientes ou, nas regiões com maior incidência de atividade agrícola, poderá determinar o arrastamento e transporte de maiores quantidades de fertilizantes e de fitofármacos. A maior intensidade da precipitação pode também aumentar a pressão sobre os sistemas de drenagem de águas residuais, especialmente quando esses sistemas não são separativos, determinando a redução da capacidade de tratamento instalada.

5.2.1 - Uso de Sistemas de Rega Eficiente

O tema da eficiência da água, é particularmente relevante em locais onde a água é escassa, nomeadamente nas regiões áridas e semiáridas, contudo, também tenderá a sê-lo em algumas regiões temperadas por via das alterações climáticas.

De acordo com o Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água (PNUEA), devem ser adotadas medidas para a otimização do ciclo hídrico, com recurso a sistemas de rega eficiente à manutenção de espaços verdes e em áreas agrícolas.

Além da utilização de sistemas de rega eficiente, muito assentes em tecnologia e em modelos fisiológicos das culturas, importa referir que o planeamento dos espaços agrícolas, deve ser igualmente adequado e deve considerar as plantas segundo as suas necessidades hídricas, de modo a estabelecer uma rega diferencial, evitando rega excessiva ou deficitária.

Um dos melhores métodos conhecidos à data para evitar o “desperdício” de água, relaciona-se com a rega localizada gota-a-gota que fornece a água somente na zona radicular. Desta forma assegura-se que mais de 90% da água aplicada fica disponível para a zona radicular das plantas. A aplicação por aspersão, por exemplo, só consegue assegurar cerca de 50% de disponibilidade.

Outra vantagem desta modalidade de rega passa por evitar perdas de menos água por evaporação e a manutenção de áreas secas entre plantas, reduzindo o aparecimento de vegetação infestante. Este sistema trabalha tipicamente com caudais baixos e pressões reduzidas, o que evita o escoamento superficial, e como é frequentemente instalado na superfície do solo, a sua manutenção é mais fácil, pois falhas e fissuras podem ser facilmente detetadas. Este tipo de rega também possui a vantagem de ser bastante adaptável, podendo ser ajustado o requerimento hídrico de cada planta à medida que o seu desenvolvimento prossegue. Cada vez mais frequente é a chamada **rega de precisão**, que passa pela automatização e programação da rega, reduzindo a perdas por evapotranspiração e regulando de forma automática a frequência de rega de acordo com as condições climatéricas, através do uso de uma estação meteorológica acoplada ao sistema. Neste sentido, é imprescindível a acoplação de sensores, como é o sensor de chuva, que em caso de precipitação desliga a rega (possibilitando uma poupança hídrica de aproximadamente 15-20% por ano) e o sensor de humidade do solo. Existem vários métodos de programação da rega baseados em variáveis fisiológicas, tais como: potencial hídrico foliar, fluxo de seiva, condutância ou resistência estomática, variações do diâmetro do tronco, temperatura dos cobertos, etc. Contudo, o aspeto crítico nos modelos mais recentes de programação assentes no balanço hídrico do solo é o conhecimento das necessidades hídricas potenciais das culturas, como a profundidade radicular, as respostas produtivas das culturas face a determinados limiares do teor de água do solo, as práticas de gestão das culturas e do solo e dados relativos ao método de rega. Esta é uma área de imenso interesse agronómico que nos últimos anos se tem desenvolvido consideravelmente.

Figura 13 | Sistema de rega gota-a-gota (à esq); Estação meteorológica de automatização do processo de rega (à dta)

Fonte: https://marketingagricola.pt/sistema-de-rega-gota-a-gota-vantagens-e-desvantagens/
https://www.geoagri.com.br/uploads/files/estacao-meteorologica-metos.jpg

Outro aspeto que melhora a eficiência do processo de rega é a utilização de coberturas de solo, pois contribuem para reduzir a temperatura à superfície do solo, mantendo-a mais regular ao longo do ano, reduzem a evapotranspiração, retêm a humidade e amortecem o efeito do vento. Adicionalmente, evitam a formação de aglomerados na superfície do solo, possibilitando uma infiltração hídrica mais fácil até à zona radicular e um amortecimento do escoamento superficial.

5.2.2 - Paisagens de Retenção de Água

Com o aumento do número médio de dias secos consecutivos, onde se estima precipitação diária inferior a 1 mm e um potencial decréscimo da precipitação acumulada anual, todas as medidas que ajudem a restaurar o ciclo hídrico, a aumentar a resiliência do território e a promover o armazenamento hídrico durante os períodos estivais, serão cruciais para a agricultura e para a pecuária.

É neste contexto que surgem os conceitos de **Paisagem de Retenção de Água - PRA** (*Water Retention Landscape* - (WRL), inicialmente muito próximos de uma agricultura alternativa, como a Permacultura[9], mas que pode ser integrada na paisagem independentemente do modo de produção. Na essência, a PRA caracteriza-se pela existência de uma ou várias bacias de retenção de água conectadas entre si com capacidade de conservar a água da chuva que é retida pela vegetação e/ou massas de água que alimentam os lençóis freáticos. Eliminando grande parte do escoamento da água da chuva, a área de retenção ajuda a manter a camada superficial do solo rica em matéria orgânica.

As bacias de retenção e infiltração correspondem a sistemas de captação e drenagem de águas pluviais próximos da origem, constituindo importantes medidas para a gestão do escoamento pluvial, promovendo a sua retenção e infiltração. Estes sistemas foram já utilizados na antiguidade para a prevenção de cheias, manutenção do caudal em períodos de estiagem e ainda para o fornecimento de água para irrigação, tendo havido nas últimas décadas uma redescoberta do seu valor estabilizador hidrológico. Estas estruturas constituem estratégias de "*Low Impact Development*", possuindo várias vantagens, destacando-se as seguintes:

[9] De acordo com a Wikipédia a permacultura é uma filosofia e uma abordagem idealista que dá ênfase ao uso do solo agrícola que interliga clima, plantas, animais, ciclos de nutrientes, solo, gestão da água e necessidades humanas num ambiente produtivo e criativo com estética, ética e harmonia, de acordo com os princípios básicos da natureza. https://pt.wikipedia.org/wiki/Permacultura.

- Diminuição do risco de inundação, regularizando os caudais de ponta;
- Melhoria da qualidade da água, diminuindo a poluição e contaminação das águas subterrâneas e dos cursos hídricos (o solo possui uma excelente capacidade de filtração de impurezas e de elementos poluentes);
- Recarga dos aquíferos por infiltração, respeitando a memória hídrica local e promovendo a integridade e conservação dos cursos hídricos;
- Diminuição de processos de erosão edáfica (evitando a perda de nutrientes), decorrente da diminuição de processos de escoamento superficial;
- Escoamento de água pluvial em excesso em propriedades rurais, promovendo a recarga de aquíferos;
- Criação de reservas de água para fazer face a necessidades agrícolas, ocorrência de incêndios e irrigação das áreas agrícolas;
- Baixos custos de implementação;
- Boa integração em espaço rural, sendo também muito úteis em sistemas agro-pastoris ou agro-silvo-pastoris para seu uso pelo gado;
- Estimulação da biodiversidade e criação de *habitat*.

Figura 14 | Exemplo de uma paisagem de retenção de água

Fonte: https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/tamera-water-retention-landscape-to-restore-the-water-cycle-and-reduce-vulnerability-to-droughts

Um dos exemplos mais icónicos em Portugal é a Paisagem de Retenção de água de Tamera[10].

Tamera é um Centro Internacional de Pesquisa para a Paz fundado em 1995 e tem como principal objetivo investigar o conhecimento necessário para o estabelecimento de aldeias para a paz que

[10] O caso de estudo pode ser consultado em https://climate-adapt.eea.europa.eu/

possam surgir noutros países, baseados em modelos de ecoaldeias assentes num modo de vida sustentável, tanto do ponto de vista ecológico como social, incluindo a cooperação com a natureza e com os animais. Com uma área de 154 ha localizada no Alentejo, a partir de 2007, começaram a desenvolver em conjunto com *Sepp Holzer* (especialista em permacultura), uma paisagem aquática, assente num modelo com vista à regeneração de paisagens gravemente danificadas pela erosão e pela desertificação.

A construção e desenvolvimento destas paisagens permitiram neutralizar algumas das piores tendências das alterações climáticas, possibilitando uma autossuficiência em termos de água e alimentos. Simultaneamente também se reduziu a vulnerabilidade às mudanças climáticas e eventos extremos, como secas, escassez de água e inundações.

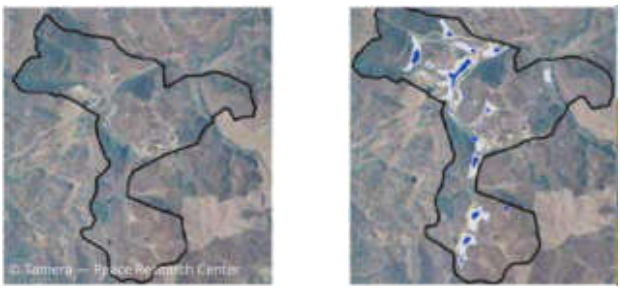
Entre 2006 e 2015, foram criados 29 lagos e espaços de retenção que aumentaram a área das massas de água de 0,62 ha para cerca de 8,32 ha. Estas intervenções foram integradas com outras medidas como a construção de terraços, canais e pastagens rotativas. Com estas intervenções, consegue-se reter grande parte da água das chuvas e por meio da gravidade (grande parte da área de retenção está localizada no ponto mais alto do vale) é possível irrigar o terreno dentro da bacia hidrográfica, sem a necessidade de energia adicional para bombeamento. As bacias possuem pequenas barragens construídas a partir de materiais naturais, permitindo que a água se espalhe lentamente no solo, mas de maneira constante. As bacias de retenção de diferentes tamanhos, podem variar entre a extensão de uma lagoa à extensão de um lago estão interligadas entre si e têm o papel de captar e amortecer o caudal pluvial, armazenando-o durante os períodos estivais. Além do valor estético e do potencial para a biodiversidade, estes sistemas melhoram a qualidade da água infiltrada devido ao processo de remoção dos poluentes dissolvidos pelos poros do solo, material granular e vegetação envolvente.

O *design* inovador destas paisagens de água, ao permitir a manutenção de água durante todo o ano nas bacias de retenção, possibilita a plantação de árvores ribeirinhas e árvores frutíferas nas suas margens, evitando os custos de energia associados à rega, nomeadamente, amieiros, castanheiros, freixos e sabugueiros. Mais afastado das zonas de retenção, foram também plantadas várias espécies autóctones, entre elas, oliveiras e sobreiros.

Figura 15 | Evolução da Paisagem em Tamera com a implementação de um sistema de diques e valas em cadeia

Fonte: https://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2017/mar/07/tamera-portugal-permaculture-water

Figura 16 | Imagem área de Tamera em 2006 e 2014, antes e depois da conclusão da construção dos lagos



Fonte: European Environment Agency. Climate-ADAPT 10 case studies, 2018

Os efeitos potenciais desta solução como já foram referidos, são imensos, por exemplo: a redução da vulnerabilidade às mudanças climáticas e a melhoria da gestão da água (redução das necessidades de irrigação, melhoria da disponibilidade de água, melhor qualidade da água e estabilização do lençol freático); o aumento do armazenamento de carbono; o aumento da produtividade e diversificação de produtos agrícolas; o aumento do valor recreativo de lagos; o aumento da biodiversidade; o aumento do número de visitantes devido a novos eventos relacionados à água e melhoria na qualidade de vida dos habitantes locais.

O desenvolvimento de uma paisagem adaptada a fenómenos de seca em Tamera constitui um projeto inovador e bem integrado no âmbito de medidas de adaptação às alterações climáticas,

refletindo o profundo conhecimento dos envolvidos na sua conceção. Constitui assim um caso de estudo muito relevante no estudo de novas estratégias que capacitem a retenção hídrica durante meses húmidos (reduzindo o risco de cheias), tornando possível a sua utilização durante períodos estivais, particularmente em paisagens agrícolas.

5.2.3 - Linhas de Água

As funções ecológicas de drenagem natural e armazenamento hídrico das linhas de água têm sido gravemente afetadas nas últimas décadas, fruto de uma progressiva pressão humana acompanhada por um desconhecimento dos valores naturais que por vezes, levam à destruição destas infraestruturas ecológicas na busca de simplificar a paisagem, procurando assim aumentar a rentabilidade da terra e dos investimentos agrícolas. Esta linha de atuação, incorreta do ponto de vista técnico (como se verá a seguir) também tem denegrido a opinião pública que olha para alguns investimentos agrícolas, nomeadamente no regadio com desconfiança e descrédito. Perturbações nos traçados de massas de água superficiais, no ciclo hidrológico e regime de caudais de leito de cheias, provocam graves distúrbios hidrológicos.

5.2.3.1 - Limpeza

A limpeza e desobstrução de linhas de água representam operações cruciais, de modo a promover um bom estado ecológico e químico dos corpos de água. A intervenção nestes espaços é regulada pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio e Lei n° 58/2005, de 29 de dezembro, sendo uma importante medida de reabilitação da rede hidrográfica e de zonas ribeirinhas. Esta operação deve ser executada sob orientação da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

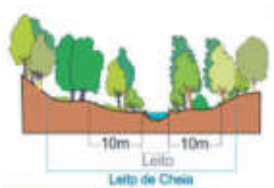
A limpeza e desobstrução de linhas de água realizam-se essencialmente em linhas de água não navegáveis nem flutuáveis. Para delimitação das linhas de água, é essencial que seja realizada de acordo com os seguintes conceitos:

- Leito - terreno coberto pelas águas em condições de cheias médias;
- Margem - faixa de terreno, contígua ou sobranceira à linha de água, que limita o leito das águas com largura legalmente estabelecida.

Nas linhas de água não navegáveis e não flutuáveis (incluindo linhas de água que secam temporariamente), deve proceder-se a uma limpeza e desobstrução numa largura de margem de 10 m, tal como indicado na Figura 17.

As operações a realizar podem incluir a remoção de resíduos sólidos urbanos, material vegetal e outros, que coloquem em risco as infraestruturas hidráulicas existentes no curso de água. Nesta operação, a vegetação arbórea e arbustiva não infestante presente nas margens deve ser mantida, bem como a vegetação herbácea dos taludes. É comum encontrar vegetação infestante que deve sempre que possível eliminada, tais como silvados, caniços, acácias, aliantos.

Figura 17 | Margem a considerar para a limpeza de linhas de água



Fonte: SPI, IDAD, & UE, Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo, 2018

A operação de limpeza e desobstrução deve possibilitar a utilização e acesso facilitado ao curso hídrico. Com vista a reduzir o risco de cheia, deve-se assegurar que existem condições de escoamento dos caudais líquidos e sólidos mesmo em situações hidrológicas extremas. Durante este processo, o risco de erosão dos taludes deve ser minimizado, e consequentemente, o assoreamento das linhas de água.

Nos aglomerados urbanos esta operação é da responsabilidade dos municípios. Fora dos aglomerados urbanos, deverá ser realizada pelos proprietários, nas frentes particulares. Nos demais casos, deve ser efetuada pelos organismos dotados de competência, própria ou delegada, para a gestão dos recursos hídricos na área. Note-se que em todos os casos, a operação de limpeza e desobstrução das linhas de água deve ser sempre executada sob orientação da APA.

De acordo com a APA (FEUP, 2013) os trabalhos de limpeza e desobstrução devem seguir algumas indicações e orientações, destacando-se as seguintes:

- Ser realizados de jusante para montante;
- Ser preferencialmente manuais evitando o uso de meios mecânicos pesados;
- Ocorrer antes do período das chuvas;
- Ser realizados numa margem de cada vez;
- Manter a geometria da secção e não linearizar a linha de água;
- Realizar um corte seletivo de ramos ou exemplares de modo a repor uma seção hidráulica adequada;
- Realizar um corte de ramos ou exemplares (em toiça) que provoquem o desvio da corrente podendo ocasionar a erosão da margem oposta ou o desequilíbrio da secção em causa;
- Proceder ao corte de árvores mortas ou ramos secos, ou árvores com desenvolvimento assimétrico que possam obstruir a seção de vazão;
- Proceder à remoção de exemplares descalçados que podem cair no canal assim como exemplares localizados em plena seção de vazão;
- As podas e os desbastes devem ser realizados no período de Inverno (até março), evitando a época de reprodução da avifauna e de maior atividade dos invertebrados;
- Ter uma periodicidade entre 2 a 3 anos, para permitir intervenções mais ligeiras;
- Evitar a remoção da vegetação fixadora das margens.

No caso da eliminação da vegetação exótica, o corte e limpeza de silvados deverão ser realizados por meio mecânico, submetendo o silvado a um corte total, evitando a sua multiplicação vegetativa e enfraquecendo os rebentos mais jovens. O corte e limpeza dos caniços deverão ser efetuados através do seu corte mecânico combinado quando necessário com o uso do herbicida sistémico glifosato. No caso de vegetação com porte arbóreo como acontece com as acácias, a limpeza deverá ser realizada através do arranque manual em plântulas e plantas jovens. Em plantas adultas, com casca lisa e sem feridas deve ser feito o seu "descasque", consistindo na realização de uma incisão em anel, contínuo, à volta do tronco, à altura que for mais confortável para o aplicador, removendo toda a casca e câmbio vascular até à superfície do solo, se possível até à raiz. Em plantas adultas, a metodologia mais eficaz de controlo de acácias é a combinação de controlo físico (corte o mais possível rente do solo) com controlo químico (uso do herbicida glifosato).

Note-se que a remoção de vegetação invasora deve ser realizada de forma seletiva e gradual, de modo a não aferir um impacto negativo no ecossistema ripícola, salvaguardando as espécies autóctones presentes. Os materiais resultantes da intervenção deverão ser retirados das margens das linhas de água, procedendo-se à separação dos mesmos. Poderão ser posteriormente utilizados para formação de coberturas de solo e para valorização agrícola (incorporação no solo). Ver o capítulo 5.1.8 para mais informações sobre o controle de espécies invasoras.

5.2.3.2 - Recuperação

A renaturalização de linhas de água permite mitigar os efeitos negativos da sua degradação ou artificialização, promovendo a sua resiliência, sustentabilidade e biodiversidade. Estas operações justificam-se na medida dos serviços ecossistémicos que as linhas de água providenciam, contudo, o custo de recuperar é sempre muito mais elevado do que o custo de manutenção. Adicionalmente, este restauro ecológico promove uma melhor adaptação às alterações climáticas, verificando-se que as linhas de água renaturalizadas possuem uma capacidade superior de amortecimento de caudais de cheia do que linhas de água artificializadas (esta capacidade é superior em pelo menos 10%). Deste modo, a renaturalização de linhas de água constitui uma relevante estratégia de adaptação às alterações climáticas.

De acordo com a Lei da Água (Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), os ecossistemas ribeirinhos devem ser protegidos e valorizados, sendo a sua reabilitação uma medida que deve constituir uma prioridade de todos os planeadores da paisagem. Esta lei define um conjunto de medidas de conservação e reabilitação das zonas ribeirinhas, destacando-se as seguintes:

- Limpeza e desobstrução das linhas de água, garantindo as condições normais de escoamento dos caudais líquidos e sólidos presentes em situações hidrológicas normais ou extremas;
- Adoção de um conjunto de medidas visando a preservação e proteção contra os efeitos da erosão hídrica;
- Renaturalização e valorização ambiental e paisagística das linhas de águas e zonas envolventes, adotando medidas que visem a integridade dos leitos e suas margens;
- Regularização e armazenamento dos caudais em função dos seus usos, de situações de escassez e do controlo do transporte de materiais sólidos;
- Amortecimento de caudais de cheia;
- Adoção de medidas que visem o equilíbrio dos ecossistemas ribeirinhos e a preservação da fauna e flora presente.

A metodologia adotada deve incluir diversas fases, incluindo a identificação de problemas presentes na linha de água, a identificação dos objetivos de reabilitação, a identificação de soluções, e a elaboração de projeto de renaturalização.

Na renaturalização de linhas de água, deve ser conferida especial importância à remoção seletiva e gradual de vegetação invasora, substituindo-a por vegetação autóctone ribeirinha caraterística da região em causa. Os princípios e técnicas a adaptar são os mesmos que se aplicaram no subcapítulo anterior de limpeza das linhas de água.

A renaturalização de linhas de água pressupõe, geralmente, um aumento do perfil transversal, adotando o curso hídrico um traçado mais orgânico, amplo e naturalizado. O aumento do perfil transversal permite a diminuição do caudal de ponta, minimização do risco de erosão e do risco de cheias. Adicionalmente, são favorecidos micro-biótipos, aumentando a diversificação de habitats para a flora e fauna. Este aumento de perfil transversal permitirá a estabilização do leito principal da linha de água, minimizando fenómenos de assoreamento, e garantindo o transporte de sedimentos para jusante. Paralelamente, é promovido um melhor enquadramento ambiental e paisagístico das linhas de água, recuperando-se a integridade e diversidade dos corredores ripícolas.

No processo de renaturalização de linhas de água, deve proceder-se à estabilização das margens recorrendo nomeadamente a técnicas de bioengenharia, promovendo de modo integrado as funções ecológicas e paisagísticas dos sistemas ribeirinhos. Por conseguinte, poderão ser aplicadas as seguintes técnicas de bioengenharia:

- Grade Viva: É uma estrutura em madeira, obtida através da colocação de troncos de madeira horizontais e verticais, dispostos perpendicularmente entre si, e suportada por prumos de madeira cravados no solo, que servem de suporte à estrutura. Posteriormente enche-se a estrutura com terreno local/vegetal, e procede-se à introdução da vegetação (estacas vivas, plantas em torrão, em raiz nua, hidrossementeira). Tem como principais aplicações: o sustento e contenção de terrenos muito íngremes, tanto para margens fluviais como para taludes. Tem a vantagem de providenciar uma estabilização imediata; permitir o desenvolvimento de vegetação em taludes com declives muito acentuados; e providenciar um efeito estabilizante com reduzida manutenção.

Figura 18 | Exemplo de uma grade viva

Fonte: https://ecosalix.pt/

- Entrançado Vivo: Consiste na recolha de estacas vivas ou ramagens de espécies com capacidade de propagação vegetativa e sua aplicação no solo, com a função de promover um efeito estabilizante em profundidade, o qual aumentará consoante o comprimento da estaca colocada. Quanto maior a estaca, maior a profundidade a que se irão desenvolver as raízes e, portanto, maior estabilidade em profundidade. Como principais aplicações destacam-se, os taludes e margens fluviais de baixo declive; como grampo fixador na instalação de mantas orgânicas, geomalhas, faxinas, entrançados vivos; o complemento de

intervenções mais rígidas, através da sua colocação em interstícios e fissuras de enrocamentos, gabiões, muros de suporte, etc.

Tem a vantagem de apresentar um baixo custo; facilidade de recolha de material; execução simples; favorece a evolução dos ecossistemas e permite uma estabilização em profundidade.

Figura 19 | Exemplo de entrançado vivo

Fonte: https://ecosalix.pt/

- Faxinas Vivas: Consiste na execução duma construção hidráulica longitudinal incluindo a elaboração de feixes de estacas vivas de espécies autóctones com capacidade de propagação vegetativa, atadas por corda de sisal ou arame, e fixadas no terreno através de prumos de madeira vivos ou mortos. É uma técnica que pode ser aplicada em linhas de água de energia média (caudais e níveis médios relativamente constantes). Das vantagens destacam-se, a facilidade da sua aplicação; o baixo custo; a grande eficácia estabilizante; a facilidade de recolha de material e após o seu desenvolvimento, funciona como fornecedor de material vivo que poderá ser usado noutras intervenções.

Figura 20 | Exemplo de faxinas vivas

Fonte: https://ecosalix.pt/

- Estacaria Viva: Consiste na recolha de estacas vivas ou ramagens de espécies autóctones que possuem alta capacidade de propagação vegetativa, e sua consequente aplicação no solo, com a função de promover um efeito estabilizante em profundidade, o qual aumentará consoante o comprimento da estaca colocada. Quanto maior a estaca, maior a profundidade a que se irão desenvolver as raízes. Pode ser utilizado como grampo fixador na instalação de mantas orgânicas, geomalhas, faxinas, entrançados vivos em taludes e margens fluviais de baixo declive e como complemento de intervenções mais rígidas, através da sua colocação em interstícios e fissuras de enrocamentos, gabiões, muros de suporte. Tem a vantagem de apresentar um baixo custo de instalação, associado a uma execução simples; também apresenta uma boa facilidade de recolha de material e apresenta-se muito eficaz após o desenvolvimento das estacas vivas.

Figura 21 | Exemplo de estacaria viva

Fonte: https://ecosalix.pt/

É de notar que todas as intervenções descritas para a renaturalização dos cursos hídricos resultarão no favorecimento de ecossistemas ribeirinhos resilientes e estáveis face a fatores de perturbação como alterações climáticas. Estes ecossistemas terão menor risco de inundação, possuindo acrescida capacidade de estabilização de caudais de ponta, nomeadamente em períodos de precipitação intensa. Em adição, incluem medidas que irão incrementar a biodiversidade presente, mantendo-a dentro de níveis viáveis e promovendo o fornecimento de essenciais benefícios dos ecossistemas.

5.3 - FICHAS DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As medidas que a seguir se apresentam foram adaptadas do trabalho realizado no projeto Europeu LIFE AgriAdapt que pode ser consultado em https://agriadapt.eu/region-sur/#.

Este projeto tinha como objetivo a demonstração que os três principais sistemas agrícolas da UE (culturas arvenses, culturas permanentes e pecuária), podiam ser mais resilientes às alterações climáticas por via da implementação de medidas de adaptação viáveis e sustentáveis, com múltiplas vantagens acrescidas do ponto de vista dos benefícios sociais e ambientais. Algumas das medidas apresentadas são transversais aos três sistemas, e por essa razão, optou-se por não repetir a informação.

5.3.1 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA CULTURAS ARVENSES

5.3.1.1 - Rotações culturais ao nível da parcela

Tendência crescente para promover novas rotações ao nível da parcela entre 3-5 culturas aproximadamente em ciclos de 5 anos, utilizando cereais, oleaginosas e leguminosas.

Esta medida traduzir-se-á num melhor desempenho hídrico dos solos enriquecidos por rotações mais longas e diversificadas, com efeitos positivos para a diversidade de organismos do solo e em geral para a biodiversidade. A estrutura do solo também é melhorada, o que beneficia a infiltração de água e o seu armazenamento no solo. Além disso, reduz a necessidade de *inputs* (fertilizantes e fitofármacos) sendo, uma boa opção também no aspeto económico.

5.3.1.2 - Diversificação de culturas ao nível da exploração (3-5 culturas)

Diversificar o número culturas principais (3-5) ao longo do ano para evitar a monocultura e diminuir os riscos económicos associados. Teoricamente, a prazo esta medida pode significar um maior rendimento para o agricultor, devido à gestão do risco. Estes sistemas mistos, em geral, são mais resistentes a pragas e doenças e a eventos climáticos extremos, como sejam as secas e picos de temperaturas muito altas.

Uma variante desta medida, pode passar por aumentar ainda mais o número de culturas principais na exploração (> 5). Estas culturas podem ser complementares: anuais ou permanentes, de inverno ou de prima-

vera. Regra geral, quanto mais diversificação melhor. Não obstante, esta medida está muito dependente da estrutura fundiária existente e da capacidade produtiva da exploração. A associação de colheitas na mesma parcela, permite aumentar o rendimento, ex.: cereais + leguminosas como forragem. Além disso, contribui para melhorar a estrutura do solo e a disponibilidade de água. No longo prazo, é expectável melhorar o resultado económico da exploração.

5.3.1.3 - Adaptar a data de sementeira e a precocidade da variedade

No caso de outonos chuvosos, avançar com a data da sementeira e com a utilização de variedades de ciclo longo. Se o outono for seco, semear uma variedade de ciclo curto antes da primavera. Esta medida está muito dependente do desenvolvimento da indústria das sementes e pode implicar novos investimentos. A partilha de risco em cooperativas e associações do setor pode ser uma boa forma de atenuar este risco e de pressionar o desenvolvimento de novas variedades.

5.3.1.4 - Variedades adaptadas ao *stress* climático

Utilização de variedades mais bem-adaptadas à seca, a altas temperaturas e sem necessidade de recorrer à vernalização. Os agricultores nem sempre têm acesso a novas variedades e podem ser necessários investimentos e avaliações técnicas que não estão dependentes dos produtores, mas sim das várias tutelas administrativas. O *stress* climático tem diferentes impactos em diferentes variedades. Também aqui, e ao nível da exploração, pode ser importante utilizar uma maior "gama" de variedades da mesma cultura como forma de mitigar o risco potencial do clima e assim, procurar atingir um equilíbrio razoável de produtividade (ha/variedade). A seleção deverá incidir em variedades menos exigentes em água ou mais tolerantes à falta de água, mais adequadas e que apresentem uma maior tolerância à seca e aos picos de calor, nomeadamente por possuírem sistemas radiculares mais profundos. A escolha de culturas de ciclo mais longo também poderá evitar a aceleração do ciclo devido às temperaturas mais elevadas.

5.3.1.5 - Aplicação regular de fertilizantes orgânicos

Utilização de resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal: lamas de ETAR, água residuais urbanas ou industriais, etc.

A redução das aplicações de azoto mineral reduz os GEE. A fertilidade e a estrutura do solo tende a melhorar, tal como melhora a infiltração e a manutenção da água. A erosão do solo é atenuada uma vez que a velocidade de escoamento da água é minimizada. A prazo, a produtividade tende a melhorar e os custos com fertilizantes minerais a diminuir.

5.3.1.6 - Utilização de culturas de cobertura de inverno entre as culturas principais

As culturas de cobertura servem para evitar colocar o solo a descoberto durante o inverno (dependendo das rotações, ervilhaca, aveia, etc.). Estas culturas contribuem para minimizar a erosão, a lixiviação de nitratos e a evapotranspiração. Além disso, servem também para promover a produção de húmus, a melhoria de água no solo e a biodiversidade microbiológica do solo.

Em alternativa, deixar uma cobertura de restolho à superfície para evitar a todo o custo o solo nu. Esta medida favorece o sequestro de CO_2.

5.3.1.7 - Mobilização reduzida (mínima)

A mobilização reduzida (mínima) tem como objetivo a proteção do solo contra a erosão, evitando as alterações bruscas de temperatura no solo e contribuindo para o aumento do seu teor em matéria orgânica. A prática continuada desta operação, tornará o solo mais resiliente e com maior capacidade de armazenamento de água e mais resistente à lixiviação.

5.3.1.8 - Sementeira direta (sem mobilização)

Esta prática cultural (ver ponto 5.1.1), muito associada a práticas de agricultura de conservação, consiste, em termos gerais, na instalação de uma cultura sobre os resíduos de uma cultura anterior sem qualquer tipo de mobilização primária nem de preparação da cama da semente, ou seja, neste sistema de mobilização, o controlo em pré-sementeira é realizado por herbicidas sendo a sementeira realizada com um semeador específico, capaz de semear diretamente em solo não mobilizado.

5.3.1.9 - Conservação e construção de terraços

A manutenção e promoção de terraços em explorações agrícolas com um elevado declive, permite que a infiltração de água ocorra (diminuindo o declive) contribuindo para melhorar a biodiversidade e a estrutura do solo. Os principais inconvenientes desta medida, são o elevado custo de construção e a dificuldade de mecanização (depende do terraço).

5.3.1.10 - Margens multifuncionais

As margens funcionais, podem ser constituídas com regeneração natural ou semeadas com espécies autóctones. Estas margens possuem pelo menos 3 m de largura. A instalação destas margens aumenta o sequestro de carbono do solo e proporciona um microclima que reduz: ventos quentes/frios; escoamento do solo durante os períodos de chuva; efeitos de congelamento, etc. Também permite uma melhoria da estrutura do solo e retenção de água, o aumento da biodiversidade, incluindo fauna e polinizadores.

5.3.1.11 - Plantação de sebes

Instalação de sebes (arbustos lenhosos) ou árvores plantadas nas margens e estremas das parcelas, com recurso a espécies autóctones. Esta medida, aumenta a capacidade de sequestro de dióxido de carbono e o seu armazenamento no solo (matéria orgânica do solo e biomassa vegetal). Tal como as margens multifuncionais, proporciona um microclima que reduz: ventos quentes/frios; escoamento do solo durante os períodos de chuva; efeitos de congelamento, etc. Também permite uma melhoria da estrutura do solo e retenção de água, o aumento da biodiversidade, incluindo fauna e polinizadores.

A introdução de sebes com o papel de compartimentação da paisagem, permite a constituição de uma rede de proteção e valorização ambiental, aumentando a capacidade multifuncional da paisagem e a sua sustentabilidade. Outro aspeto das sebes de compartimentação da paisagem é o contributo na criação de sombra e consequente inibição do stress hídrico das culturas agrícolas.

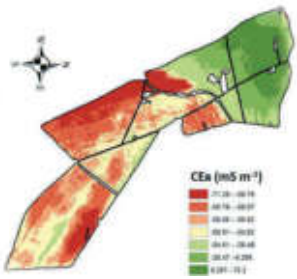
5.3.1.12 - Aplicação fracionada de fertilizantes

A aplicação de fertilizantes, deve ser repartida pelo menos em três aplicações distintas, dependendo das culturas e rendimento expectável. A prática da fertilização fracionada permite a economia de fertilizante, a diminuição de perdas por evapotranspiração e o seu escoamento. Este aumento de eficiência, reflete-se na redução de gases com efeito de estufa. A aplicação de fertilizantes deve sempre ter em consideração a previsão das condições climatéricas, evitando os períodos de chuva.

5.3.1.13 - Cartografia e análises de solos (e condutividade elétrica aparente)

A produção de cartografia da exploração com identificação das necessidades de fertilização é uma ferramenta muito importante para aumentar a eficácia e a produtividade global da exploração.

Figura 22 | Exemplo da Condutividade Elétrica Aparente do solo de uma parcela



Fonte: https://www.inteliagro.com.br/condutividade-eletrica-aparente-cea/

A aplicação de um plano de fertilização com base em mapas desenhados ao nível das parcelas, é muito interessante para ajustar as quantidades e as necessidades de fertilizantes para as reais necessidades das culturas. Além dos métodos tradicionais que combinam a análise de terras com sistemas de informação geográfica (ex.: QGIS), a determinação da Condutividade Elétrica Aparente do solo (CEa) é um parâmetro físico do solo que pode ser determinado por sensores de forma muito rápida e expedita (medida de salinidade dos solos). O termo aparente surge pelo facto de que, quando utilizamos sensores e equipamentos para medir a CE em condições de campo, a medida passa a ser aparente, uma vez que, múltiplos fatores influenciam o resultado, como a humidade, a mineralogia, o conteúdo de argila, a densidade do solo, etc.

No exemplo ilustrado na Figura 22 é possível observar com uma resolução espacial muito elevada, os locais com alta CEa (regiões verdes – maior conteúdo de argila) e com baixa CEa (regiões vermelhas – menor conteúdo de argila). Apesar de ainda ser uma tecnologia relativamente recente, a verdade é que se tem mostrado como uma medida eficaz, rápida e simples de quantificar diversos parâmetros do solo, auxiliando na prescrição de fertilizantes a utilizar e na quantidade adequada em função das características individuais daquela unidade de solo.

A aplicação destas práticas pode significar a poupança de largas quantidades de fertilizantes e por conseguinte, de gases com efeito de estufa.

5.3.1.14 - Sementeiras em terras de pousio

O objetivo desta medida é evitar ao máximo o efeito dos solos nus, especialmente em locais com declives acentuados. A sementeira de terras em pousio pode contribuir para evitar a erosão e cheias, no caso de chuva

muito intensa. A aplicação desta medida não tem retorno económico imediato para o agricultor, e pode fazer parte de um leque de ações apoiadas com fundos públicos.

5.3.1.15 - Charcas e lagoas para a recolha da água da chuva

Construção de charcas temporárias ou permanentes para a recolha da água, nomeadamente em locais com baixos declives e margens com vegetação nativa. Esta solução permite uma gestão mais ordenada dos recursos hídricos, permitindo a recarga de aquíferos e controle de cheias. Também é responsável a prazo pela melhoria do solo (aumento do teor da humidade e da matéria orgânica), sendo igualmente importante como *habitat* e local de refúgio para anfíbios, répteis e mamíferos. A utilização de águas residuais, que, quando devidamente tratadas pode, nalgumas situações, constituir uma fonte alternativa de água para se utilizar com fins industriais ou mesmo para rega.

5.3.1.16 - Melhoria das condições de armazenamento de água para reduzir as perdas por evaporação

Esta medida pode ser conseguida conservando a água em reservatórios de maior dimensão, com uma menor superfície exposta à evaporação por volume armazenado, promovendo o ensombramento das zonas de armazenamento menos profundas ou isolando a superfície dos reservatórios de armazenamento de água. Este último ponto pode ser alcançado com a colocação de bolas pretas à superfície dos reservatórios ou pela sua cobertura com comunidades estabilizadas de espécies vegetais de superfície, como o nenúfar, desde que devidamente esterilizadas para evitar a sua proliferação. A monitorização e o controlo da composição química da água permitem também contrariar a evaporação.

5.3.1.17 - Melhor eficiência na irrigação e uso alargado de ferramentas de apoio à decisão

Utilização da melhor tecnologia disponível para a gestão da água, como por exemplo: sondas de humidade, caudalimetros e estações meteorológicas. A conjugação destas tecnologias, apoiada em software informático, permitirá ao agricultor aumentar a eficiência da rega, permitindo que apenas o volume de água estritamente necessário, no momento exato e de um modo adequado ao tipo de solo existente, chegue às plantas. A melhoria da eficiência de rega passa também por prevenir e minimizar alguns dos impactes ambientais causados pela rega, evitando perdas de águas por infiltração profunda e a lixiviação de nutrientes e de outras substâncias. Nos últimos anos esta tecnologia tem vindo a reduzir o seu custo de entrada e além disso, o número de fornecedores especializados responsáveis por instalar e manter os equipamentos e software também tem vindo a multiplicar-se. Apesar do custo associado, é expectável que no curto prazo o investimento seja completamente recuperado, só tendo em consideração o preço da água e da energia.

A redução das perdas nas redes de transporte e de distribuição da água e a reconversão dos instrumentos e processos de rega menos eficientes também são medidas fundamentais.

5.3.1.18 - Sistemas de irrigação gota-a-gota

A utilização de sistemas de rega localizada como os tubos (gota-a-gota – semienterrados ou enterrados) são eficazes em reduzir as perdas de água por evapotranspiração e particularmente eficazes quando combinados com sondas de humidade. Um sistema de rega gota-a-gota tem, de um modo geral, uma eficiência de 90-95%. É constituído por uma conduta principal de abastecimento ligando a fonte de água à rede secundária a qual, por sua vez, está ligada às fitas que asseguram a distribuição da água às plantas através dos gotejadores. Uma vez que a superfície do solo não é molhada, evita-se assim a concorrência com vegetação espontânea e reduzem-se os tratamentos com herbicidas. Estes sistemas operam com caudais baixos e pressões reduzidas, evitando o escoamento superficial e contribuindo para a eficiência do processo de rega.

5.3.1.19 - Seguros agrícolas

À medida que a probabilidade de eventos com risco climático aumenta, a ocorrência de danos patrimoniais na exploração agrícola, aumentará também. A contratação de um seguro para mitigar o prejuízo de perdas na cultura, nas infraestruturas ou em equipamentos, é uma medida que pode e deve ser equacionada pelo gestor agrícola. Não obstante, em Portugal a esmagadora maioria dos agricultores não faz seguros agrícolas de colheitas, porque são caros, e o prémio do seguro é demasiado elevado para o rendimento líquido gerado. A alteração deste paradigma precisa de evoluir nos próximos anos.

5.3.1.20 - Compostagem de material orgânico

A compostagem de materiais orgânicos, como palhas, pastagens e estrume, permite o armazenamento de carbono devido ao processo de humidificação do solo. Esta medida apresenta várias vantagens para o solo. À medida que aumenta a matéria orgânica do solo, mais água será absorvida e retida da chuva que conseguinte, poderá ser utilizada em períodos de maior carência, como secas. O húmus também ajuda a estabilizar o solo (aumenta o alimento para os microrganismos) diminui o risco de erosão e a lixiviação de nutrientes (em profundidade) ou o seu arrastamento por via de águas superficiais. O aspeto mais negativo desta medida, é que o processo de compostagem significa mais carga de trabalho para o agricultor e numa fase inicial, conhecimento sobre as melhores técnicas e processos de operacionalização.

5.3.1.21 - Plantação de leguminosas

A introdução de leguminosas (tremocilhas ou grão-de-bico) em rotações culturais ou em pastagens, contribui para a formação de húmus e é benéfico para os microrganismos do solo. A prazo, a estrutura do solo é beneficiada com isso o que significa uma melhor infiltração e armazenamento de água. Por meio da fixação do azoto atmosférico e no caso de se proceder à sideração em verde, será necessário utilizar menos fertilizante sintético, o que reduz o risco de lixiviação dos nitratos. Por outro lado, as leguminosas também são capazes de solubilizar minerais, tais como o fósforo e, torná-lo disponível para outras plantas, fornecendo também por esta via a possibilidade de novos habitats para os insetos.

5.3.1.22 - Deixar o restolho no campo

Após a colheita, os resíduos tais como a palha são deixados no campo e incorporados de forma superficial. Estes resíduos evitam que o solo fique nu após a colheita. Desta forma, reduz-se o risco de erosão, quer seja por excesso de aquecimento do solo ou por excesso de secura. Simultaneamente, esta matéria orgânica poderá servir de alimento para múltiplos organismos que contribuem para a formação de húmus.

5.3.1.23 - Estabelecimento de sebes, faixas de vegetação

O estabelecimento de sebes ou faixas de vegetação permanentes contribui para reduzir a erosão associada à chuva intensa e também a ventos fortes, desta forma, aumenta-se a probabilidade de manter intacta a camada superficial do solo rica em nutrientes. Estas estruturas ecológicas também são importantes para evitar que nutrientes e pesticidas sejam arrastados para as massas de água. Estas estruturas contribuem ainda para aumentar o armazenamento de carbono e oferecem um habitat para a flora e fauna local.

Na ausência de infraestruturas naturais, a instalação de novas estruturas requer um investimento inicial.

5.3.1.24 - Utilização de culturas intercalares (Catch crops)

A utilização de culturas intercalares após a colheita da cultura principal protege o sistema solo-planta.

No caso de culturas anuais, de ciclo curto, só uma parte do azoto presente nestes adubos ficará em condições de ser absorvido. Após as colheitas, o azoto orgânico residual no solo continuará a mineralizar-se dando origem a nitratos que ficarão suscetíveis a perder-se com as águas das chuvas durante o outono e inverno, se o terreno não se revestir rapidamente de vegetação natural ou não for ocupado com uma nova cultura (intercalar) capaz de absorver esses nitratos antes de serem arrastados pelas águas que se infiltram no solo.

Esta cultura além de absorver o azoto que seria lixiviado, contribui igualmente para a o armazenamento de CO_2 no solo, fruto da formação de matéria orgânica e de melhores condições de estrutura de enraizamento no solo. Estas plantas, contribuem para diversificar a biodiversidade da exploração, especialmente quando é dominada por uma monocultura.

5.3.1.25 - Sistemas agroflorestais

A plantação de árvores ou sebes na exploração agrícola, permite uma combinação de silvicultura e agricultura. Além dos tradicionais montados, amplamente difundidos no sul de Portugal com enormes vantagens para a sustentabilidade desses espaços, os sistemas agroflorestais que aqui nos referimos, dizem respeito à utilização de árvores na exploração agrícola mais especializada.

Os sistemas agroflorestais permitem aumentar os níveis de biodiversidade global da exploração; beneficia a estrutura do solo; aumenta o sequestro de carbono; promove um microclima e devido à extensão radicular reduz a possibilidade de lixiviação de nutrientes, enquanto se mobiliza nutrientes existentes em camadas mais profundas do solo. Estes sistemas podem contribuir com um rendimento adicional a longo prazo, não obstante as necessidades iniciais de investimento e de manutenção destes espaços.

5.3.1.26 - Utilização de variedades de grande amplitude

Utilização sempre que possível de variedades adaptadas a condições mais secas e/ou quentes.

A utilização destas variedades oferece uma estabilidade das produtividades ao longo do tempo. Uma combinação de “variedades comuns” com variedades mais adaptadas a condições de secura permite a dispersão do risco climático e, além disso, pode contribuir para reduzir as necessidades de irrigação.

5.3.1.27 - Gestão de estrume líquido

O aumento da frequência de chuvas intensas e secas são expetáveis para o futuro próximo, pelo que a janela ideal para a aplicação de estrume líquido pode vir a ser substancialmente reduzida. A aplicação de estrume líquido só deverá ocorrer em condições que não comprometam a compactação do solo. Por estas razões, poderá ser necessário investir para aumentar a capacidade de armazenamento com novos tanques. Este investimento poderá ser elevado e necessitar de ajuda técnica, não obstante, a vantagem será uma maior flexibilidade na distribuição e evitar a perda de estrume aplicada em condições subótimas.

5.3.1.28 - Alteração das datas de sementeira

Devido ao maior período vegetativo, as épocas de sementeira podem ser adaptadas.

A antecipação da sementeira para as culturas de primavera tem o benefício de utilizar a água armazenada no inverno e evitar o calor e seca de julho/agosto devido ao amadurecimento antecipado das culturas. O atraso da sementeira nas culturas de inverno tem como vantagem reduzir o crescimento excessivo das culturas antes do inverno, reduzindo, também a pressão de insetos e outros agentes nocivos nas culturas.

5.3.1.29 - Plantação à curva de nível

Os trabalhos de mobilização de solo realizados ao longo da curva de nível até finais de março nas regiões onde existe uma probabilidade elevada de ocorrência de fracas precipitações e verões fortemente secos, reduzem substancialmente as perdas de água e de nutrientes que de outra forma poderiam ser arrastadas pelas marcas dos pneus dos tratores ou de outra maquinaria. Utilizando estas técnicas, é possível reduzir a erosão, diminuir o impacto causado por chuvas fortes e aumentar a capacidade de infiltração da água.

5.3.1.30 - Tratores auto-guiados

A utilização de tratores auto-guiados controlados com GPS faz com que o trator passe sempre nas mesmas linhas deixando o solo com elevada porosidade no espaço entre elas. Existe aqui um efeito positivo para o solo e para a biodiversidade com a redução da compactação, uma vez que, as minhocas e outra fauna do solo não são tão perturbadas. Estes sistemas podem acarretar custos iniciais elevados, no entanto, os ganhos de produtividade e os benefícios relacionados com o maior desenvolvimento radicular e armazenamento da água do solo são importantes no longo prazo.

5.3.1.31 - Cobertura das linhas de plantação com "*mulch*"

O *mulching* tem vários efeitos positivos no solo e nos seus microrganismos. É uma fonte de matéria orgânica e protege as plantas da exposição do calor intenso e da erosão, contribuindo por isso para melhorar a estrutura do solo. Por outro lado, a taxa de infiltração de água e a capacidade de armazenamento também são melhoradas, enquanto que, a aplicação de pesticidas pode ser reduzida devido à supressão de efeito da vegetação espontânea.

5.3.1.32 - Consociações mistas

Produção de diferentes culturas em simultâneo no campo, tais como: aveia/ervilhas, centeio/ervilhas e feijão/aveia. A utilização de diferentes culturas permite diversificar o risco económico e contribui para melhorar a estrutura e diversidade dos microrganismos do solo. A utilização de leguminosas tem ainda a vantagem de reduzir as necessidades de azoto mineral.

5.3.1.33 - Desenvolvimento de base de dados com informações de monitorização das dinâmicas populacionais de pragas e doenças

A falta de dados de monitorização de longo prazo sobre pragas e doenças na modulação da alimentação destes agentes, faz com que os modelos climáticos ignorem a sua dinâmica nos cenários de alterações climáticas. Para prever as combinações mais plausíveis de culturas e pragas que tenderão a se tornar mais problemáticas no futuro e os respetivos locais, são necessários conjuntos de dados de longo prazo sobre a dinâmica populacional que os agricultores podem ajudar a recolher e a sistematizar.

5.3.1.34 - Desenvolvimento de sistemas de alerta precoce

A criação e desenvolvimento de sistemas de alerta precoce são uma medida eficiente para lidar com os efeitos climáticos extremos. Estes sistemas podem alertar os agricultores sobre eventos climáticos extremos iminentes e permitir que se tomem medidas de prevenção a tempo.

5.3.1.35 - Fortalecer o apoio institucional local para a promoção de medidas de adaptação

As instituições locais podem apoiar os agricultores produzindo e partilhando conhecimento. Essas instituições incluem: i) escolas/universidade ou centros tecnológicos onde os agricultores possam estudar e aprender a adotar novas técnicas e práticas ii) programas de rádio agrícolas que forneçam informações agrícolas e meteorológicas facilmente acessíveis, úteis e orientadas para as necessidades dos agricultores. Esta situação também pode ser extensível a outros meios de comunicação, como as redes sociais e plataformas digitais como o Youtube iii) parcelas agrícolas locais como centros de demonstração e outros eventos.

No entanto, é importante referir que muitas das medidas de adaptação identificadas não têm aplicabilidade universal. Considerando a diversidade dos sistemas agrícolas existentes, devem ser selecionados, adaptados e aplicados conforme o contexto e público-alvo.

5.3.2 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA CULTURAS PERMANENTES

5.3.2.1 - Culturas de cobertura (enrelvamentos)

A utilização de culturas de cobertura ou enrelvamentos é muito importante para aumentar a matéria orgânica do solo. Estas plantas podem ser espontâneas ou semeadas como coberturas no inverno ou podem ser permanentes. A composição, a técnica e o modelo de gestão é muito variável entre explorações devido ao solo e às condições locais, especialmente em condições mediterrâneas de sequeiro, contudo, os benefícios são muito evidentes: fixa o carbono no solo, melhora a estrutura do solo e evita a erosão, fornece alimento e refúgio para a fauna, beneficiando a biodiversidade da exploração.

5.3.2.2 - Aplicação de composto

A utilização de composto proveniente de múltiplos locais, tais como: engaços e bagaços da vinha, estrume e outros resíduos, se reincorporados no solo, contribuem para fechar o ciclo de nutrientes e melhorar as condições do solo (aumento da matéria orgânica, disponibilidade e melhoria da estrutura do solo, melhor retenção de água, redução da erosão e melhoria da biodiversidade). Devido à substituição de alguns minerais de síntese, poderá existir uma mais-valia económica.

5.3.2.3 - Utilização de redes de proteção contra granizo

As redes de proteção contra o granizo podem ser instaladas na copa da vinha ou lateralmente e podem representar um investimento avultado, mas que pode ser vantajoso em áreas de alta probabilidade de formação de granizo.

5.3.2.4 - Introdução de rega deficitária

A rega deficitária é uma técnica que tem como objetivo garantir uma uniformidade mínima na produtividade das culturas ao longo dos anos evitando o abandono da atividade agrícola. O volume de água utilizado (não superior a 1.500 m^3) deve ser monitorado cuidadosamente e utilizar a técnica de irrigação tecnicamente mais eficiente disponível.

5.3.2.5 - Sistema *Keyline design*

O sistema *Keyline* é um método de gestão do solo que tem como objetivo aumentar a eficiência do aproveitamento da água da chuva na exploração e assim, contribuir não só para uma maior retenção de

água, mas também, para uma diminuição da erosão do solo e aumentar a biodiversidade da paisagem, tirando partido do relevo natural existente.

A implantação deste sistema, que é realizado com o auxílio de arado, chamado arado *Keyline* ou arado *Yeomans*, consiste, no desenho de curvas (linhas) aparentemente niveladas (à curva de nível), mas que na realidade apresentam um certo desnível (2%), descendo a partir de zonas de cota elevada até às zonas de cota mais baixa. Estas linhas que podem ser linhas de plantação ou de sementeira, têm uma pequena galeria subsuperficial de 5 cm abaixo do solo arável (semelhante a uma subsolagem ligeira). Desta forma, consegue-se aumentar a absorção da água da chuva e melhorar o seu arejamento, nomeadamente entre a superfície do solo e a região de penetração das raízes, 5 cm baixo. Outra vantagem, prende-se com o encaminhamento da água da chuva que é deslocada dos locais de acumulação, onde muitas vezes é responsável por erosão, para locais onde esta tipicamente não permaneceria muito tempo.

Figura 23 | Exemplo de alfaia para o sistema Keyline (esq) e exemplo do terreno após passagem com sistema Keyline (dta)

Fonte: http://storage.ning.com/topology/rest/1.0/file/get/2231541605?profile=original. e https://treeyopermaculture.com/

5.3.2.6 - Valas de infiltração em curva de nível *(swales)*

Figura 24 | *Swales*

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=WQJh0CqBDyA

As valas de infiltração em curva de nível, também conhecidas por *swales*, tal como o *Design Keyline*, são técnicas de gestão do solo com vista a captar e a reter a água da chuva no solo, de forma que, a mesma se possa infiltrar gradualmente, abastecendo assim o lençol freático superficial, reduzindo o efeito da erosão, aumentando a matéria orgânica e a biodiversidade, deixando-o mais fértil e saudável. A manutenção destas valas pode ser minimizada com a plantação de árvores no cômoro como meio de reduzir o efeito da erosão e da compactação provocado pelas chuvas ou passagem de equipamentos. Estas estruturas podem constituir na exploração uma rede que irá abastecer pequenas charcas ou pequenos lagos, constituindo uma Paisagem de Retenção de Água.

5.3.2.7 - Utilização de variedades nativas

As variedades nativas estão mais bem-adaptadas ao solo, clima e pragas locais. Regra geral, precisam de menos recursos, água, fertilizantes, tratamentos, etc. A produtividade pode ficar aquém de outras variedades mais produtivas, mas em contrapartida, podem oferecer mais segurança e estabilidade ao nível da produtividade.

5.3.2.8 - Explorar a variabilidade genética de variedades nativas

Algumas variedades nativas ainda apresentam características com potencial desconhecido de variabilidade genética, que podem implicar uma melhor adaptação a diferentes solos e resistência a pragas. Mais uma vez, a investigação na área da genética e melhoramento de espécies é fundamental para as medidas de adaptação às alterações climáticas.

5.3.2.9 - Diferentes combinações de enxerto e porta-enxerto

As combinações de variedades e porta-enxertos podem resultar em plantas mais adaptáveis, tirando proveito da variabilidade genética que já existe em cada variedade. A combinação entre diferentes porta-enxertos, multiplica as possibilidades de obter plantas mais resistentes e resilientes.

5.3.2.10 - Mudança no perfil do vinho

A indústria do vinho, há muito que tem vindo a adaptar a sua oferta a um "certo" tipo de perfil que julga mais adequado para "certos" grupos de consumidores. A mesma lógica pode ser aplicada, procurando aqui, encontrar as castas mais adequadas para suportar um clima mais exigente e imprevisível.

5.3.2.11 - Foco numa produção de qualidade em vez de quantidade

Em geral, quando as produções agrícolas têm um foco mais orientado para a valorização da qualidade, isso implica uma pressão agrícola menos intensiva, o que se traduz num ecossistema mais saudável e resiliente e atualmente mais valorizado por parte dos consumidores.

5.3.2.12 - Mobilização superficial

Em períodos de seca fazer sempre que possível mobilizações superficiais de solo. Desta forma, preserva-se o solo e poupa-se no combustível. A mobilização superficial também reduz a perda de matéria orgânica do solo em contraste com uma subsolagem por exemplo.

5.3.2.13 - Sementeiras na zona dos rodados

Uma sementeira na zona dos rodados com uma mistura de sementes protege a integridade do sistema do solo. Esta proteção ocorre limitando o efeito de uma seca severa, tipicamente acompanhada de um maior risco de erosão. A sementeira contribui para melhorar a biodiversidade e permite aumentar a capacidade de armazenamento do solo.

5.3.2.14 - Fertilização foliar

Nalgumas culturas a fertilização foliar deve ser equacionada, nomeadamente em períodos de seca mais prolongada.

5.3.2.15 - Reforço e estabilização das plantações

Como forma de evitar as perdas e destruição de infraestruturas, nomeadamente em regiões mais expostas a risco de eventos climatéricos extremos, deve-se aumentar a tensão das cordas e âncoras.

5.3.2.16 - Seleção de espécies florestais mais adequadas

Para o montado de sobro e de azinho no Alentejo, dever-se-ão ensaiar no futuro novas variedades de azinheira e sobreiro, nomeadamente através de depósitos genéticos mais resistentes à seca, como os encontrados no Norte de África, capazes de promover a subsistência do montado (Ministério da Agricultura, 2013). Os novos povoamentos de floresta de produção, nomeadamente de crescimento rápido, devem ser instalados em zonas de mais elevada produtividade e com menor nível de sensibilidade às alterações climáticas (por exemplo, as regiões do Norte e Centro Litoral, no caso do eucalipto). Neste processo, deve-se dar preferência pela regeneração por espécies autóctones e pelos povoamentos mistos que apresentam uma melhor resistência aos eventos extremos e pragas que contribuam para a redução dos incêndios florestais e para a resiliência do território.

5.3.2.17 - A proteção do solo em contexto florestal

No caso dos montados, a proteção do solo nestes ecossistemas, pode ser assegurada mantendo parte da vegetação espontânea no final da primavera ou no outono, utilizando destroçadores para o corte e destroçando o material lenhoso, deixando no local a vegetação destruída na sacha e amontoa. No caso das florestas para produção de madeira em solos com horizontes subsuperficiais de elevada dureza ou impermeáveis, deve-se recorrer à ripagem como técnica de mobilização de solo, devendo esta ser sempre efetuada segundo

curva de nível em terrenos declivosos. O aumento da duração da revolução, nomeadamente nos pinhais, aumenta o período de armazenamento de carbono nos povoamentos e promove a retenção de carbono na matéria orgânica do solo (Costa e Pereira, 2007; DGF, 2003). Deve também ser privilegiada a conservação de corredores ao longo das linhas de água com uma largura variável consoante as características morfológicas e ecológicas dos cursos de água, e constituídos pela vegetação natural ribeirinha ou expressamente arborizados com espécies arbóreas adequadas ao meio ribeirinho e à sua vizinhança próxima, preferencialmente autóctones.

5.3.3 - MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA A PRODUÇÃO DE GADO (FOCO NO LEITE)

5.3.3.1 - Plano de gestão de pastagens rotativas

A elaboração de um plano de gestão com a rotação de pastagens pode impactar positivamente o solo e a capacidade de produção das pastagens. As decisões a tomar baseiam-se no tempo de recuperação das pastagens e da carga animal, contudo, existe ainda pouca experiência e exemplos da aplicação de planos desta natureza.

5.3.3.2 - Sementeira de sementes nativas para o melhoramento de pastagens

Benefícios na melhoria da qualidade da pastagem podem ser alcançados por meio de sementeiras com sementes de leguminosas locais. O pastoreio do gado é necessário para diminuir a competição das gramíneas e para espalhar as sementes das leguminosas.

Um solo mais coberto aumenta a sua capacidade de filtração e de captação de água, da mesma forma, um solo com mais leguminosas diminui a lixiviação de azoto.

5.3.3.3 - Aumentar a autonomia de produção de forragem

Aumentar a autonomia da forragem significa diminuir a dependência de compras a terceiros e reduzir o risco de enfrentar possíveis subidas de preço. Este objetivo pode ser conseguido de diversas maneiras: aumentado a produção de forragem com mais plantas; duplicando os cortes por ano; produção de luzerna em sequeiro e não apenas em regadio; melhorando as condições de silagem, etc.

5.3.3.4 - Autonomia na produção de grão

A autonomia na quantidade de grão não é tão crítica quanto a autonomia na forragem devido à maior disponibilidade, mesmo em anos difíceis. Principalmente tendo em consideração que os cereais fazem parte

do ciclo de rotação em muitas explorações. Aumentar a autonomia do grão reduz a dependência deste importante composto na alimentação animal.

5.3.3.5 - Sistemas de ventilação no estábulo e nas salas de ordenha

A utilização de soluções de ventilação para arrefecimento da temperatura dos edifícios durante ondas de calor, são muito importantes para melhorar o bem-estar animal. Contudo, acarretam um custo de energia e emissões de GEE quando comparadas com outras soluções de ventilação passiva quando devidamente equacionadas no projeto original.

5.3.3.6 - Densidade animal nos edifícios

A redução da densidade animal permite melhorar o conforto térmico dos animais, nomeadamente em condições de pico que podem ocorrer com ondas de calor.

5.3.3.7 - Pulverização de água

A pulverização de água sobre os animais, já foi demonstrada que resulta na diminuição da temperatura corporal, no entanto, além do investimento, requer um maior consumo de água e energia (que podem ser colmatadas com recurso a energia renovável e à captação local de água).

5.3.3.8 - Desenho de novos edifícios

A utilização de estábulos abertos (altura de 8 m e sem paredes) já demonstrou resultar na melhoria da ventilação passiva do edifício. No entanto, isso pode implicar uma completa reconstrução das instalações existentes. O lado positivo desta medida, prende-se com aumento da eficiência enérgica, mas, por outro lado, implica um grande investimento. Outras soluções parciais podem igualmente contribuir para uma melhoria das condições de bem-estar dos animais, como seja, o ensombramento das zonas este-sul do estábulo, a instalação de paredes amovíveis e um melhor isolamento do telhado, por exemplo.

5.3.3.9 - Ajuste da ração em períodos críticos

O ajuste das rações, nomeadamente no que diz respeito ao equilíbrio entre as quantidades de fibras, proteínas e gorduras, pode contribuir para facilitar a capacidade de digestão e reduzir a produção de calor e/ou compensar a produção de leite.

5.3.3.10 - Melhoramento genético para melhorar a termotolerância

Procurar através da seleção genética obter animais mais resistentes ao calor. No caso do setor leiteiro, vários artigos mostram que dentro da raça Frísia (o mais dominante no setor Europeu) existem animais mais adaptados ao stress térmico que outros.

5.3.3.11 - Distribuição mais uniforme de pontos de água

A existência de mais pontos de água pode auxiliar a superar perdas de leite e stress térmico. Além disso, com mais pontos água, em locais estrategicamente selecionados, isso facilita o acesso a animais menos dominantes. Esta medida pode aumentar o consumo de água, mas compensa as perdas na produção de leite.

5.3.3.12 - Coberturas verdes e aspersores no telhado

Esta é uma medida que requer algum investimento, mas que pode ter um efeito positivo no arrefecimento dos estábulos e por conseguinte no bem-estar dos animais. Com estas práticas, é possível arrefecer o estábulo em cerca de 4-6°C relativamente às temperaturas registadas no exterior. A cobertura verde além do aspeto termorregulador, armazena CO e oferece um habitat mais propício para a flora, contribuindo para um microclima mais positivo.

5.3.3.13 - Adaptação das horas de pastagem

A adaptação da hora de pastagem para o período noturno. Desta forma, pouco ortodoxa, as condições do pasto podem ser mais favoráveis para os animais e, nos picos de calor, por vezes a temperatura exterior é tão alta durante o dia que o estábulo é mais fresco e confortável. Esta é uma medida pouco utilizada, mas que pode ter algum potencial, mas envolve uma boa capacidade organizativa por parte dos criadores.

5.3.3.14 - Adaptação das horas da alimentação

Mudar o horário da alimentação para o período noturno mais fresco, alimentando duas vezes ao dia.

Tal como acontece com a adaptação das horas da pastagem, em picos de calor, a ingestão de forragem decresce, voltando a aumentar ao fim do dia com a temperatura mais fresca. Como meio de evitar que a forragem se estrague com as temperaturas elevadas, pode-se alimentar os animais duas vezes por dia (em vez de uma). Esta é uma medida que obrigará a uma nova forma de organização, pelo que a carga de trabalho pode aumentar.

5.3.3.15 - Ensombramento natural do estábulo

O ensombramento providenciado pela sombra de árvores em torno dos estábulos é uma forma muito económica e natural de arrefecer os edifícios, com a vantagem adicional de sequestrar carbono da atmosfera e contribuir para uma melhoria dos ecossistemas. Naturalmente que esta medida só terá impacto quando as árvores em volta tiverem a altura adequada, constituindo uma ação que deve ser equacionada no longo prazo.

5.3.3.16 - Produção de energia fotovoltaica nos telhados

A colocação de painéis fotovoltaicos no telhado dos estábulos reduz a temperatura das instalações, evitando a radiação solar direta e simultaneamente produz-se energia elétrica renovável, podendo ser utilizada para vários fins, tais como: ordenha, ventiladores, aspersores, etc. O investimento inicial é elevado, mas esta é uma medida que apresenta várias vantagens e sinergias e que no médio prazo (+/-6 anos) pode significar uma boa contrapartida económica.

Figura 25 | Edifício com telhado em painéis fotovoltaicos

Fonte: https://www.vtfarmtoplate.com/features/solar-energy-on-a-dairy-barn#.YC7cNWj7SUk

5.3.3.17 - Pastagens biodiversas ricas em leguminosas

A diversificação da pastagem aumenta a sua estabilidade comparativamente a outros tipos de pastagem mais tradicionais. Isto é particularmente importante para as leguminosas e dentro destas, para a luzerna, que é consideravelmente mais tolerante à seca do que outras herbáceas. As plantas leguminosas permitem reduzir as necessidades da fertilização azotada e, consequentemente, mitigar os seus impactos ambientais.

Consideram-se pastagens biodiversas, na medida de serem semeadas com misturas de grande número de sementes e variedades e possuírem, portanto, uma vasta gama de material genético a adicionar ao que já se encontra no local. A diversidade induz uma maior adaptabilidade da pastagem a variações microtopográficas. A par com a diversidade específica, induz uma maior adaptabilidade a variações climáticas anuais, proporcionando por isso, uma maior resistência a fatores ambientais e uma maior capacidade fotossintética. (TerraPrima, 2021)

As pastagens biodiversas em conjugação com outros tipos de pastagem, apresentam a vantagem de reduzir o risco de perdas na produtividade, além de melhorarem a qualidade nutritiva das pastagens, o conteúdo de azoto no solo, de melhorar a qualidade da estrutura do solo e a diversidade, e de reduzir as emissões de Óxido Nitroso (N_20). Outro aspeto muito relevante, prende-se com os aumentos da matéria orgânica (MO) no solo associados ao sistema radicular. A MO é um parâmetro-chave na gestão agrícola, sendo importante por motivos agronómicos e ambientais. Solos ricos em MO são menos suscetíveis à erosão, têm maior capacidade de retenção de água, são mais ricos em nutrientes e, consequentemente, mais férteis.

5.3.3.18 - Gestão de stocks de forragem

A ideia central desta medida é armazenar a forragem dos anos excecionais de forma a colmatar a falha de anos de baixa produtividade, como por exemplo, anos muito secos ou muito chuvosos. Pode ser útil ter uma reserva em torno dos 20%. O investimento inicial das instalações de armazenamento pode ser compensado, em anos de baixa disponibilidade de alimento em que os preços da forragem aumentam consideravelmente. Outro aspeto relevante, prende-se com o fracionamento da forragem em pequenas unidades de fardos, que evita a abertura de grandes silos.

5.3.3.19 - Renovação de pastagens

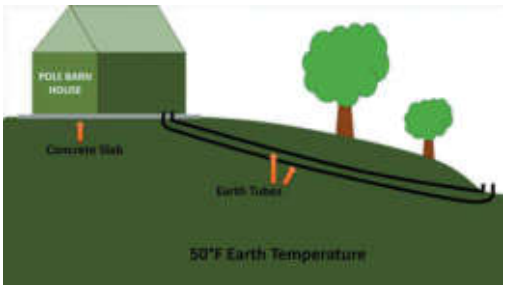
Esta medida é particularmente importante após períodos de seca onde tenham surgido falhas. É muito relevante a reposição de falhas, que acabam por afetar todo o sistema, com sementeiras e sementes bem-adaptadas ao local. Uma distribuição uniforme do sistema radicular, promove o desenvolvimento da fauna e flora e a infiltração de água.

5.3.3.20 - Arrefecimento passivo do estábulo

A utilização de ventilação passiva, como por exemplo: telhados abertos e paredes abertas ou pisos refrigerados. Os pisos refrigerados, correspondem basicamente a tubos ou condutas enterradas no solo com a finalidade de trocar calor entre o ar nos tubos e o solo. Com estas tecnologias é possível reduzir substancialmente a

utilização de energia elétrica (principalmente se tiver origem fóssil), não obstante, o aconselhamento técnico é fundamental, tendo em conta que estas técnicas são recentes e não são utilizadas em larga escala. Em momentos de pico de calor, uma temperatura mais baixa, contribui para reduzir as emissões de amónia e melhora substancialmente o bem-estar animal.

Figura 26 | Esquema de arrefecimento passivo



Fonte: https://milligansganderhillfarm.wordpress.com/2013/12/01/earth-tubes-how-to-build-a-low-cost-systemto-passivly-heat-and-cool-your-home/

5.3.3.21 - Estabilização das rações compostas

A acidificação da ração melhora a estabilidade aeróbia das rações compostas. Um composto devidamente estabilizado, garante uma boa qualidade da ração mesmo em condições extremas. No caso de temperaturas muito altas, estas podem causar uma fermentação não desejável. Com a devida acidificação da alimentação, os animais vão receber sistematicamente alimentos de alta qualidade ao longo do tempo mantendo-os saudáveis e produtivos.

5.3.3.22 - Aumentar a longevidade produtiva dos animais

Um dos efeitos das alterações climáticas está relacionado com a flutuação da produtividade, nomeadamente, na pastagem. Para otimizar a alimentação dos animais, a produtividade dos animais no seu tempo de vida, também precisa de aumentar. Esta situação traduz-se em menos emissões de GEE e de rações, por litros de leite produzido.

5.3.3.23 - Uso de serviços de informação e aconselhamento agrícola

Para lidar com o desafio das alterações climáticas, o acesso a informação e aconselhamento técnico adequado é fundamental. Este tipo de aconselhamento, vocacionado para medidas de adaptação sustentáveis, gera

um conjunto de sinergias importantes, tais como: redução das emissões dos GEE; melhoria do solo e da capacidade de retenção de água, estabilização das produtividades, etc. Simultaneamente, o produtor precisa de ter uma boa compreensão do seu processo produtivo e idealmente, possuir um sistema de gestão onde compila os dados e, sistematiza a informação gerada da sua atividade. Estes dados são fundamentais para auxiliar a desenvolver novos processos de melhoria.

5.3.3.24 - Separação das lamas

A separação dos constituintes líquidos e sólidos das lamas produzidas, aumenta a eficiência dos nutrientes na componente líquida.

5.3.3.25 - Redução dos cortes e fertilização das pastagens

Reduzindo os cortes na pastagem é expectável que a produtividade média (por corte) aumente. Menos cortes também significam enfardamentos, menos passagens de equipamentos, e, por conseguinte, menos combustível consumido e menos compactação do solo. A redução da fertilização também conduz a menos emissões de óxido nitroso. Esta é uma gestão particularmente importante em períodos de seca, no entanto, é importante proceder a cortes que sejam capazes de renovar as pastagens, que de outra forma já não se iriam desenvolver.

5.3.3.26 - Adaptando a altura do corte

Durante períodos de seca, a erva não deverá ser cortada mais do que 8-10 cm de modo a que as plantas possam armazenar reservas suficientes nos bolbos. Esta medida é particularmente importante para a regeneração da pastagem quando a água finalmente esteja disponível e também é a base para permitir uma estabilidade da produtividade.

5.3.3.27 - Cooperativismo agrícola

O cooperativismo pode ser uma medida muito importante como forma de adaptação às alterações climáticas, na medida em que as explorações podem partilhar recursos (forragem e/ou adubos) entre si conforme as necessidades de cada um. Os meios tecnológicos atuais (software de gestão, *smartphones*, satélites, drones, etc.) podem contribuir para melhorar este tipo de modelo, permitindo a identificação e contabilização dos recursos quase em tempo real.

5.3.3.28 - Otimização da higiene

Com o aumento das temperaturas alguns agentes patogénicos, como as salmonelas, *E. coli* e outros, tendem a propagar-se mais rapidamente. Por esta razão, a otimização da higiene é critica para o desenvolvimento de animais mais saudáveis e produtivos, reduzindo a necessidade do veterinário e de medicamentos.

5.3.3.29 - Minerais e outros aditivos para as rações

Uma porção maior de minerais na ração (+ 20%) equilibra a perda de minerais causada por um excesso de transpiração durante os períodos de maior calor. Outra vantagem do aumento da ingestão de minerais na ração, prende-se com a manutenção do metabolismo dos animais mesmo durante os períodos de maior calor. Os aditivos com certas leveduras podem aumentar a digestibilidade da alimentação. Os estimulantes ruminais (produtos tamponantes) também são úteis para prevenir a acidose. Animais saudáveis são mais eficientes e reduzem os custos de veterinários e de medicamentos. Os últimos anos têm sido muito prolíficos ao nível da investigação com vista à solução do problema da fermentação entérica: de acordo com Gates, 2021, a investigação neste campo tem produzido vacinas, para diminuir a presença de micróbios metanogénicos no estômago das vacas; criado gado menos propenso à emissão de gases recorrendo a dietas especiais e medicamentos, contudo, nenhuma destas estratégias provou ser eficaz, à exceção de um aditivo alimentar, designado por 3-nitroxipropanol, que provou ser capaz de reduzir 30% das emissões de metano. Não obstante, para ser eficaz, este aditivo precisa de ser administrado pelo menos uma vez por dia, não sendo por isso, uma solução viável para a maioria das explorações com pastagens.

5.3.3.30 - Medidas de adaptação na silagem

A adaptação de medidas na silagem permite a produção de forragem de qualidade, mesmo em anos de seca severa, sem problemas ao nível da fermentação. Estas medidas contribuem para melhorar a estabilidade e a produtividade dos animais, que se refletirá em menores cuidados veterinários. Simultaneamente as perdas de forragem são mitigadas devido ao cuidado adicional da silagem. Algumas destas medidas incluem, por exemplo: um corte mais curto; aditivos na silagem; compressão de camadas mais finas na silagem e uma cobertura mais rápida da silagem.

5.3.3.31 - Adaptação dos tempos de transporte dos animais

Idealmente o transporte dos animais deve ocorrer nas horas mais frias da manhã ou à noite para evitar o *stress* térmico. Um dos benefícios associado a esta medida é que a redução de stress, afeta a qualidade da carne, melhorando-a.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AIFF. (2013). *Uma visão para o setor Florestal*.

Almeida, M., Azeda, C., Guiomar, N., & Pinto-Correia, T. (2015). *The effects of grazing management in montado fragmentation and heterogeneity*. Agroforest Syst.

Autoridade Florestal Nacional. (2009). *Relatório provisório n.º 11/2009* - 1- Jan. a 15 Out. 2009. Direcção de Unidade de Defesa da Floresta.

Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. (2019). *Avaliação Nacional de Risco*. Obtido de http://www.prociv.pt/bk/RISCOSPREV/AVALIACAONACIONALRISCO/PublishingImages/Paginas/default/ANR2019-vers%C3%A3ofinal.pdf

Barros, J., & Freixial, R. (2011). *Agricultura de Conservação*. Universidade de Évora.

Brás, T., & *et al.* (2021). *Severity of drought and heatwave crop losses tripled over the last five decades in Europe*. Environmental Research Letter.

Carvalho, M. (2012). *Conservação do solo agrícola*. (A. Malheiro, Ed.) Indústria e Ambiente.

Carvalho, M., & Freixial, R. (2014). *Sementeira directa em Portugal: Causas frequentes para o insucesso*. Agrotec(12), 34-39.

Carvalho, M., & Lourenço, E. (2013). *Conservation Agriculture - a Portuguese Case study*. (S.-E. Jacobsen, Ed.)

CIM Oeste. (2019). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas*.

CIMAC *et al.* (2018). *Plano Intermuninicial de Adaptação às Alterações Climáticas do Alentejo Central.*

Comissão Permanente de Prevenção, M. e. (2020). *Monitorização Agrometeorológica e Hidrológica*.

Communities, C. o. (2009). *White paper: Adapting to climate change: Towards a European framework for action*.

Díaz, J., & *et al.* (2019). *IPBES: Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.*

FAO. (05 de março de 2021). *Conservation Agriculture*. Obtido de http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/

FEUP. (2013). *Guia de Orientação para a Intervenção em Linhas de água - Técnicos*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Gates, B. (2021). *Como evitar um desastre climático*. Porto Editora.

https://invasoras.pt/. (2021). Obtido de Invasoras.

ICNF. (2020). *8.º Relatório provisório de Incêndios Rurais – 2020 – 1 de janeiro a 15 de outubro*. Departamento de Gestão de Fogos Rurais / Divisão de Apoio à Gestão de Fogos Rurais.

IFRC. (2019). *The cost of doing nothing - The Humanitarian price of climate change and how it can be avoided.*

IPCC. (2018). *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C.* An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to.

Lisboa, F. d. (2016). *Relatório dos Workshops de Planeamento da Adaptação das Florestas e Agricultura de Mértola às Alterações Climáticas.* AdaptForChange. Lisboa.

Loureiro, J., Castro, P., Alves, F., & Figueiredo, A. (2017). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da CIM Região de Coimbra*.

Marchante, H., Morais, M., Freitas, H., & Marchante, E. (2014). *Guia Prático para a Identificação de Plantas Invasoras em Portugal.* Imprensa da Universidade de Coimbra Ed. Coimbra.

Ministério da Agricultura, d. D. (2013). *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*.

Oliveira, R. P., Cunha, L. V., & et al. (2013). *Estratégia Setorial de Adaptação aos Impactos das Alterações Climáticas Relacionados com os Recursos Hídricos.*

Roxo, M. J., & *et al.* (2016). *Boas Práticas para a Conservação do Solo e da Água em Meios Semiáridos.* Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.

Santos, F., Dias, L., Aparicio, B., & C. Veiga-Pires, C. (2019). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Algarve.*

SPI, & AMTQT. (2018). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da Terra Quente Transmontana.*

SPI, IDAD, & UE. (2018). *Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Baixo Alentejo.*

TerraPrima. (Janeiro de 2021). https://www.terraprima.pt/pt/pagina/3.

United Nations. (2019). *Local Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development.* New York.

Associação dos Jovens Agricultores de Portugal

Rua D. Pedro V, 108-2º
1269-128 Lisboa
Tel: 213 244 970
ajap@ajap.pt

www.ajap.pt