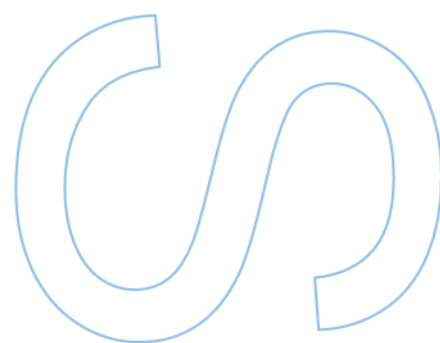
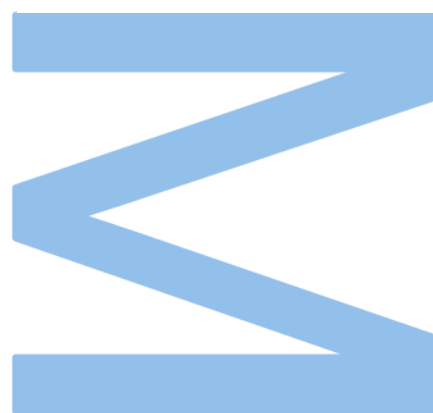


Sistema agregado de avaliação para um uso mais eficiente da água na agricultura



Eva Maria Faria Leite

Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024

Sistema agregado de avaliação para um uso mais eficiente da água na agricultura

Eva Maria Faria Leite

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2024

Orientador

Sara Raquel Boaventura Rodrigues, Investigadora Júnior, CIIMAR e Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Supervisor externo na Entidade de Acolhimento

Eng.º Joaquim Manuel Soares Guedes, co-CEO/CTO, Ecoinside



Agradecimentos

A realização deste relatório de estágio contou com importantes apoios e incentivos por parte de algumas pessoas, sem os quais não teria sido possível a sua realização, pelo que estarei eternamente grata às mesmas.

Ao meu orientador externo, *co-CEO* Joaquim Guedes e ao *Sustainability Chief* Pedro Gomes quero agradecer por terem tornado a minha primeira experiência profissional numa fantástica experiência, pela maneira como me acolheram, por me fazerem sentir uma verdadeira colaboradora da Ecoinside e por todo o acompanhamento e conselhos ao longo do estágio.

Quero agradecer especialmente ao resto da equipa da Ecoinside, foi um privilégio fazer parte dela durante o meu estágio. Levo comigo não só o conhecimento adquirido mas também amizades e a lembrança de um ambiente de trabalho acolhedor e colaborativo.

À minha orientadora, Doutora Sara Rodrigues, agradeço por ter desempenhado tal função com dedicação, pelas correções e instruções, por todos os conselhos, ajuda e disponibilidade com os quais me ajudaram a concluir o meu relatório de estágio.

Ao meu namorado, João Alves, agradeço por estar sempre do meu lado nos bons e maus momentos, por me apoiar incondicionalmente e por sempre acreditar em mim. A sua paciência e compreensão fizeram toda a diferença neste desafiante processo.

Quero agradecer aos meus pais por todos os sacrifícios e auxílios empregues para que eu pudesse crescer, formar-me e tornar-me na pessoa que hoje sou. A ti mãe, que és a minha maior inspiração, mesmo que não estejas presente fisicamente, senti a tua presença em cada página escrita e a ti te dedico este relatório de estágio.

Resumo

A água é um recurso vital, escasso, estratégico e estruturante, sendo por isso essencial que o seu uso seja realizado por princípios de racionalidade e eficiência. A alteração dos padrões de precipitação e o aumento da frequência e intensidade de fenómenos climáticos extremos, fomentados pelas alterações climáticas, estão a causar períodos extremos de seca e escassez de água. Esses fenómenos afetam a disponibilidade e a qualidade da água impactando significativamente múltiplos sectores da atividade humana (agricultura, abastecimento público, indústria, turismo, energia, transportes), mas também os recursos naturais, sobretudo devido aos efeitos negativos nos ecossistemas e na biodiversidade, no risco de incêndios florestais e na degradação dos solos (desertificação). A nível global, o setor agrícola é o que tem maior peso na utilização de recursos hídricos, cerca de 69%, seguido da indústria, 19% e urbano 12%. Portugal apresenta grande vulnerabilidade a períodos de seca prolongada, problema que é particularmente acentuado no setor agrícola, responsável por 75% do total de água utilizada no país. A problemática associada ao uso excessivo de água na agricultura em Portugal exige: planeamento e gestão adequados dos recursos hídricos, abordagens que incluam a adoção de tecnologias eficientes, e a educação e capacitação dos produtores agrícolas direcionados para a eficiência hídrica e para a sustentabilidade deste setor.

Assente nesta problemática, este trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema agregado de avaliação para um uso mais eficiente da água na agricultura de todos os elementos relacionados com a água. Esta avaliação foi definida em cinco fases constituintes: Fase I – recolha de informação; Fase II – tratamento dos dados recolhidos; Fase III - Elaboração dos critérios de avaliação; Fase IV – Validação/Aplicação dos critérios de avaliação; e Fase V - ajustes finais. Assim, por cada região hidrográfica de Portugal continental, num total de 8 regiões hidrográficas (RH1 a RH8, de norte para sul), foi entrevistado um produtor agrícola, englobando quatro domínios principais de avaliação: Rega; Lavagem de equipamentos e preparação de caldas; Lavagem e preparação de produtos alimentares; Estratégias e sensibilização para a gestão de água. Para tal, foram avaliadas as respostas dos oito produtores agrícolas, resultando num nível de eficiência hídrica para cada exploração. De acordo com os níveis obtidos e com a escala definida, dentro das oito explorações avaliadas, cinco foram classificadas com a classe “Ineficiência” (RH2, RH3, RH4, RH5 e RH6), uma com “Baixa eficiência” (RH1), uma com “Média eficiência” (RH8) e apenas uma com

“Eficiência” (RH7). Os resultados destacam a necessidade crítica de melhorias na eficiência hídrica nas explorações agrícolas e a importância da implementação de sistemas de avaliação para enfrentar os desafios emergentes relacionado à escassez de água e segurança alimentar.

Palavras-chave: Água, Eficiência Hídrica, Seca, Escassez, Agricultura, Segurança Alimentar, Região Hidrográfica.

Abstract

Water is a vital, scarce, strategic, and structuring resource, which is why it is essential that it's used rationally and efficiently. Changes in precipitation patterns and an increase in the frequency and intensity of extreme weather events, fostered by climate change, are causing extreme periods of drought and water scarcity. These events affect the availability and quality of water, significantly impacting multiple sectors of human activity (agriculture, public supply, industry, tourism, energy, transport), but also natural resources, mainly due to the negative effects on ecosystems and biodiversity, the risk of forest fires and soil degradation (desertification). Globally, the agricultural sector is the largest user of water resources, at around 69%, followed by industry at 19% and urban at 12%. Portugal is highly vulnerable to periods of prolonged drought, a problem that is particularly acute in the agricultural sector, which accounts for 75% of all water used in the country. The problem associated with the excessive use of water in agriculture in Portugal requires proper planning and management of water resources, approaches that include the adoption of efficient technologies, and the education and training of agricultural producers aimed at water efficiency and the sustainability of this sector.

Based on this problem, the main objective of this work was to develop an aggregate evaluation system for the efficient use of water in agriculture for all water-related elements. This evaluation was divided into five phases: Phase I – collecting information; Phase II – processing the data collected; Phase III – drawing up the assessment criteria; Phase IV – validating/applying the assessment criteria; Phase V – final adjustments. Thus, for each hydrographic region in mainland Portugal, a total of eight hydrographic regions (RH1 to RH8, from north to south), an agricultural producer was interviewed, covering four main areas of assessment: Irrigation; Washing equipment and preparing pesticides; Washing and preparing food products; Strategies and awareness of water management. To this end, the responses of the eight farmers were evaluated, resulting in a water efficiency level for each farm. According to the levels obtained and the scale defined, of the eight farms assessed, five were classified as “Inefficient” (RH2, RH3, RH4, RH5 and RH6), one as “Low efficiency” (RH1), one as “Medium efficiency” (RH8) and only one as “Efficient” (RH7). The results highlight the critical need for improvements in water efficiency on farms and the importance of implementing evaluation systems to address emerging challenges related to water scarcity and food security.

Keywords: Water, Water Efficiency, Drought, Scarcity, Agriculture, Food Security, Hydrographic Region.

Índice

Lista de Tabelas	viii
Lista de Gráficos.....	ix
Lista de Figuras	x
Lista de Abreviaturas	xii
1. Enquadramento teórico.....	1
1.1. Alterações climáticas: Seca e Escassez de água	2
1.1.1. Seca e Escassez de água em Portugal	5
1.2. Eficiência hídrica	11
1.3. Influência do setor agrícola na utilização de água	16
1.4. Tipos de agricultura.....	17
1.5. Uso de água na agricultura.....	19
1.5.1. Sistemas de rega.....	20
1.5.2. Lavagem de equipamentos agrícolas e preparação de caldas.....	26
1.5.3. Lavagem e preparação dos produtos alimentares	28
1.6. Relação entre a água e produtividade agrícola.....	30
1.7. Implementação de uma Agricultura Sustentável: estratégias e objetivos.....	37
1.7.1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	37
1.7.2. Estratégia do Prado ao Prato	38
1.7.3. Plano Estratégico da Política Agrícola Comum em Portugal	39
1.8. Objetivos do estágio	41
1.9. Organização e estrutura do relatório	42
2. Metodologia.....	43
2.1. Fase I: Recolha de informação.....	43
2.2. Fase II: Tratamento dos dados recolhidos.....	45
2.3. Fase III: Elaboração dos critérios de avaliação.....	47
2.3.1. Domínio – Rega.....	49
2.3.2. Domínio – Lavagem de equipamentos e preparação de caldas	54

2.3.3. Domínio – Lavagem e preparação de produtos alimentares	58
2.3.4. Domínio – Estratégias e sensibilização para a gestão de água.....	60
2.4. Cálculo dos níveis de eficiência hídrica	63
3. Resultados e discussão	67
3.1. Por domínio.....	69
3.2. Por critérios de avaliação	70
3.3. Fases IV e V: Validação dos critérios de avaliação e ajustes finais	74
4. Conclusão.....	85
Referências Bibliográficas	86
Anexo A – Pegadas hídricas dos produtos das principais culturas agrícolas	95
Anexo B – Recolha de informação (1ª entrevista)	97
Anexo C – Questionário de eficiência hídrica.....	99

Lista de Tabelas

Tabela 1. Classificações dos índices PDSI e SPI para períodos secos e períodos chuvosos.	6
Tabela 2. Classificação por categorias do índice WEI+ de acordo com o 2.º ciclo de planeamento do PGRH.....	9
Tabela 3. Classificação por categorias do índice WEI+ de acordo com o 3.º ciclo de planeamento do PGRH.....	10
Tabela 4. Países europeus com maior pegada hídrica per capita, tendo em conta a pegada hídrica total e a sua população, em 2011.....	13
Tabela 5. Percentagem da utilização de recursos hídricos por país.	16
Tabela 6. Vantagens e desvantagens dos diversos tipos de rega	25
Tabela 7. Valores indicativos das eficiências dos sistemas de rega	25
Tabela 8. Comparação do uso de água de diferentes métodos de limpeza de máquinas agrícolas	27
Tabela 9. Objetivos estratégicos do PEPAC para Portugal.....	40
Tabela 10. Datas das primeiras entrevistas aos produtores agrícolas por região hidrográfica.....	44
Tabela 11. Principais respostas obtidas na primeira entrevista por região hidrográfica	45
Tabela 12. Comparação entre as classificações dos níveis de eficiência hídrica e dos índices de escassez por RH	67
Tabela 13. Comparação entre as classificações dos níveis de eficiência hídrica com a questão “Em algum período não foi possível regar devido à falta de água?”	68
Tabela 14. Média dos índices obtidos por domínio	69
Tabela 15. Datas das segundas reuniões com os produtores agrícolas por região hidrográfica.....	74

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Relação entre a produção e produtividade das principais culturas agrícolas (%) em Portugal, no ano 2022	32
Gráfico 2. Relação entre a produção e produtividade das culturas agrícolas nos anos 1995-2022	33
Gráfico 3. Produtividade (kg/ha) das principais culturas agrícolas nos anos 1995-2022	34
Gráfico 4. Pegada hídrica média vs. produtividade e produção (%) das principais culturas agrícolas em 2022	35
Gráfico 5. Níveis de eficiência hídrica obtidos para cada exploração	67
Gráfico 6. Índices de eficiência hídrica obtidos por domínio para cada exploração	69
Gráfico 7. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Rega”	70
Gráfico 8. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Lavagem de equipamentos e preparação de caldas”	71
Gráfico 9. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Lavagem e preparação de produtos alimentares”	72
Gráfico 10. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água”	73

Lista de Figuras

Figura 1. Conflitos causados pelos recursos hídricos no mundo no período 2009-2019	1
Figura 2. Gradação da severidade e persistência da seca	4
Figura 3. Impactes sociais, ambientais e económicos da escassez de água	5
Figura 4. Percentagem do território de Portugal Continental nas classes de seca severa e extrema do índice PDSI	7
Figura 5. Variação da precipitação anual - Projeções 2041-2070	8
Figura 6. Índice de escassez (WEI+) por região hidrográfica de acordo com o 2.º ciclo de planeamento do PGRH	10
Figura 7. Índice de escassez (WEI+) por região hidrográfica de acordo com o 3º ciclo de planeamento do PGRH	11
Figura 8. Variação da ineficiência nacional no uso da água entre 2000 e 2009 e metas para 2020	14
Figura 9. Uso de água na agricultura	19
Figura 10. Necessidades hídricas da cultura	19
Figura 11. Esquema dos diferentes sistemas de rega de superfície	21
Figura 12. Sistema de rega convencional e motorizado	22
Figura 13. Sistema de rega móvel por canhão	22
Figura 14. Rega gota-a-gota	23
Figura 15. Rega por microaspersão	24
Figura 16. Rega por jorros	24
Figura 17. Rega sub-superficial	24
Figura 18. Filtros de pontas de pulverização com resíduos de agroquímicos	27
Figura 19. Exemplo de área de preparação da calda e ou limpeza de Pulverizadores, com sistema de recolha de efluentes	28
Figura 20. Fluxogramas das várias fases do processamento de frutas frescas, hortícolas e pequenos frutos	29
Figura 21. Utilização das terras em 2019 e cenários futuros de precipitação anual no período 2071-2100	36
Figura 22. Evolução da área agrícola em Modo de Produção Biológico (MPB) em Portugal	38
Figura 23. Distribuição do Modo de Produção Biológico (MPB) por grupos de culturas em Portugal, no ano 2020	39
Figura 24. Fases da metodologia	43

Figura 25. Regiões hidrográficas e distribuição geográfica dos produtores entrevistados	44
Figura 26. Principais estatísticas obtidas – caracterização das explorações	46
Figura 27. Principais estatísticas obtidas – gestão de água	46
Figura 28. Domínios e respetivos critérios de avaliação	48
Figura 29. Exemplo de critério de avaliação de eficiência hídrica e respetivos índices	48
Figura 30. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Rega”	53
Figura 31. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Lavagem de equipamentos e preparação de caldas”	57
Figura 32. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Lavagem e preparação de produtos alimentares”	60
Figura 33. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água”	62
Figura 34. Exemplo de uma pergunta do questionário de eficiência hídrica na perspetiva do produtor agrícola	63
Figura 35. Exemplo do índice que indica o nível de eficiência hídrica para o domínio “Rega”	64
Figura 36. Pesos atribuídos para os cenários de quatro e três domínios, respetivamente	64
Figura 37. Equações para o cálculo do nível de eficiência hídrica conforme os dois cenários	66
Figura 38. Escala definida para a classificação da eficiência hídrica de cada exploração	66
Figura 39. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH1.	76
Figura 40. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH2.	77
Figura 41. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH3	78
Figura 42. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH4 (continua)	79
Figura 43. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH4 (conclusão)	80
Figura 44. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH5	81
Figura 45. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH6	82
Figura 46. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH7	83
Figura 47. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH8	84

Lista de Abreviaturas

APA	AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE
DQA	DIRETIVA QUADRO DA ÁGUA
EEA	ESCASSEZ ECONÓMICA DE ÁGUA
EFA	ESCASSEZ FÍSICA DE ÁGUA
EPI	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
FAO	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA
FEADER	FUNDO EUROPEU AGRÍCOLA DE DESENVOLVIMENTO RURAL
FEAGA	FUNDO EUROPEU AGRÍCOLA DE GARANTIA
GEE	GASES DE EFEITO DE ESTUFA
INE	INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA
IPMA	INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA
MPB	MODO DE PRODUÇÃO BIOLÓGICO
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PAC	POLÍTICA AGRÍCOLA COMUM
PDSI	<i>PALMER DROUGHT SEVERITY INDEX</i>
PEPAC	PLANO ESTRATÉGICO DA POLÍTICA AGRÍCOLA COMUM
PGRH	PLANOS DE GESTÃO DE REGIÃO HIDROGRÁFICA
PH	PEGADA HÍDRICA
PNUEA	PLANO NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA
PME	PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS
RH	REGIÃO HIDROGRÁFICA
RCE	REGIMES DE CAUDAIS ECOLÓGICOS
RCP	<i>REPRESENTATIVE CONCENTRACION PATHWAY</i>
SAU	SUPERFÍCIE AGRÍCOLA UTILIZADA
SPI	<i>STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX</i>
SPRING	<i>SUSTAINABLE PROGRAM FOR IRRIGATION AND GROUNDWATER USE</i>
WEI	<i>WATER EXPLOITATION INDEX</i>
WEI+	<i>WATER EXPLOITATION INDEX PLUS</i>

1. Enquadramento teórico

Segundo a Fundação Calouste Gulbenkian (2020), a água na Terra é representada por três porções: 70% do planeta é água, dessa fração, apenas 3% é água doce, estando 1% em estado líquido nos rios, lagos e massas de água subterrâneas, os quais permitem a existência da humanidade neste planeta. Este recurso é vital tanto para a sobrevivência humana como para a preservação dos ecossistemas, sendo o recurso natural mais utilizado a nível mundial (Ingrao et al., 2023). A nível global, o setor agrícola é o que tem maior peso na utilização de recursos hídricos (cerca de 69%) seguido da indústria (19%) e urbano (12%) (FAO, 2021). O seu uso na agricultura, na indústria e utilizações municipais - aumentou de 500 mil milhões de m³ em 1900 para quase 3,9 biliões de m³ em 2017 (Ingrao et al., 2023), motivando a concorrência entre setores e conflitos violentos (FAO, 2011). O mapa da Fig. 1 representa o número de conflitos no mundo relacionados com os recursos hídricos no período de 2009 a 2019 (Pacific Institute, 2023).



Figura 1. Conflitos causados pelos recursos hídricos no mundo no período 2009-2019 (Fonte: Pacific Institute, 2023).

Devido às alterações climáticas e às atividades humanas prejudiciais para o ambiente (por ex. poluição, desmatamento, redução de habitat), bem como à utilização intensiva de água, as mudanças no ciclo global da água têm um impacto significativo na saúde e bem-estar humanos e nos ecossistemas naturais em vários países (Pfister et al., 2009). Portanto, considerar a água como um recurso natural renovável já não é mais apropriado com base nos padrões de uso atual (Meneses et al., 2017).

1.1. Alterações climáticas: Seca e Escassez de água

A alteração dos padrões de precipitação e o aumento da frequência e intensidade de fenómenos climáticos extremos estão a causar períodos extremos de secas e inundações, fomentados pelas mudanças climáticas, que constituem uma das maiores preocupações globais da atualidade (Ercin et al., 2019; Harris et al., 2020; Jabal et al., 2022). Esses fenómenos afetam a disponibilidade e a qualidade da água e reduzem a capacidade dos ecossistemas de fornecerem água adequada para satisfazer as necessidades humanas, incluindo as de produção e transformação de alimentos (Borsato et al., 2018; Jabal et al., 2022; Lovarelli et al., 2016; Platis et al., 2019).

De acordo com Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2012), o uso ilimitado da água aumentou desproporcionalmente a nível mundial, cerca de duas vezes superior ao aumento da população no século XX. As pressões demográficas, o ritmo de desenvolvimento económico, a urbanização e a poluição estão a amplificar a procura de um recurso finito, especialmente nas regiões semiáridas e áridas (FAO, 2012).

Para uma compreensão mais precisa dos desafios relacionados com o abastecimento de água e a gestão dos recursos hídricos, é crucial identificar a diferença entre os termos “seca” e “escassez de água”. Embora ambos se refiram à disponibilidade de água, têm significados diferentes.

A seca é um fenómeno natural de origem climática que tem como consequência uma redução temporária da disponibilidade de água, que parte da ocorrência de precipitação inferior à esperada sobre um determinado território e ao longo de um determinado período de tempo (ANP|WWF, 2019; APA, 2023). A duração de uma precipitação anormalmente reduzida, bem como a amplitude dos seus desvios da normal climatológica, determinam a intensidade de uma seca e a extensão dos seus efeitos a nível das reservas hidrológicas, das atividades económicas em geral (incluindo a agricultura), do ambiente e dos ecossistemas (APA, 2023b). Existem definições que ajudam a identificar o início, o fim e o grau de gravidade de uma seca, e estas são agrupadas em quatro tipos: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconómica (WWF, 2006).

1) Seca meteorológica

A seca meteorológica é associada à não ocorrência de precipitação, em comparação com uma quantidade normal (média dos anos entre 1971-2000) e caracteriza-se pela falta de água causada pelo desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação, a qual

depende de outros fatores como a temperatura, velocidade do vento, humidade do ar e insolação. A definição de seca meteorológica é altamente dependente da região, uma vez que as condições atmosféricas que resultam em deficiências de precipitação são muito variáveis de região para região (APA, 2023b; WWF, 2006).

2) Seca agrícola

A seca agrícola relaciona vários atributos da seca meteorológica com os impactos agrícolas, centrando-se na falta de água provocada pelo desequilíbrio entre a água disponível no solo, a necessidade das culturas e a transpiração das plantas. Este tipo de seca está relacionado com as características das culturas, da vegetação natural, ou seja, dos sistemas agrícolas em geral (APA, 2023b; WWF, 2006).

3) Seca hidrológica

A seca hidrológica refere-se a um caudal e/ou volume de água persistentemente reduzido em águas superficiais e subterrâneas (albufeiras, lagoas, aquíferos e linhas de água em geral), que dura meses ou anos. Diferencia-se da seca meteorológica, no aspeto em que é necessário um maior período para que as deficiências na precipitação se manifestem nos diversos componentes do sistema hidrológico (APA, 2023b; WWF, 2006).

4) Seca socioeconómica

A seca socioeconómica sucede quando a procura excede a quantidade de água disponível causando impactos sociais e económicos. Distingue-se dos outros tipos de seca na medida em que o seu acontecimento é influenciado por atividades humanas, afetando diretamente as populações, criando-se uma situação de escassez (Gulbenkian, 2020; WWF, 2006).

Os diferentes tipos de seca encontram-se interligados e por vezes sobrepõem-se. Cada tipo de seca pode influenciar e ser influenciado por outros, como apresentado no esquema da Figura 2. Caracterizada pela falta de precipitação, a seca meteorológica antecede a seca agrícola. A seca agrícola (assim como a seca meteorológica) pode desencadear uma redução dos níveis de água superficiais e subterrâneos (seca hidrológica) e se persistir, pode dar origem a impactos sociais e económicos (seca socioeconómica) (WWF, 2006).

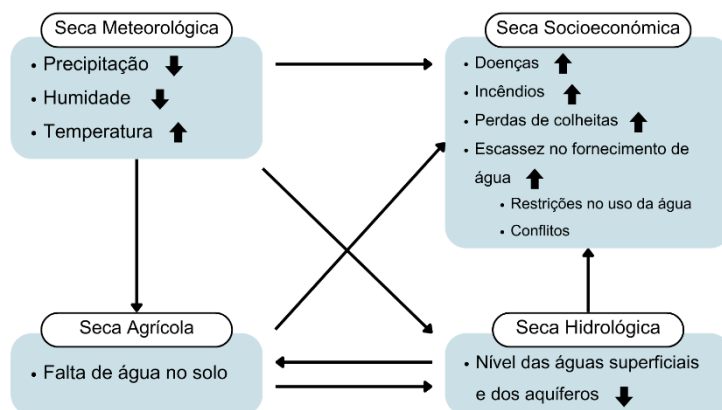


Figura 2. Gradação da severidade e persistência da seca (Fonte: adaptado de WWF, 2006).

Com a escassez dos recursos hídricos, aumentam as dificuldades relacionadas com a alocação justa e equitativa da água, que podem implicar a escolha forçada pelos governos entre interesses agrícolas, industriais, municipais ou ambientais (Ingrao et al., 2023). Uma seca meteorológica, diretamente relacionada com o défice de precipitação, pode transformar-se numa seca agrícola quando se regista falta de água ao nível dos solos. Se este défice alcança as reservas de água (barragens) a seca passa a ser hidrológica, tornando-se uma seca socioeconómica, se o impacte da falta de água chegar à população, confirmando-se uma escassez do recurso (Gulbenkian, 2020). Um plano para lidar com a escassez de água exige uma definição clara e irrefutável que resista a um exame minucioso, e que possa ser utilizada em avaliações da escassez de água.

Citando a FAO (2012), são reconhecidos dois tipos de escassez de água: física e económica. Diz-se que a escassez física, também denominada “escassez absoluta de água”, ocorre “(...) quando não existe água suficiente para satisfazer todas as necessidades, incluindo os caudais ambientais”. Os indicadores da escassez física de água (EFA) são a grave degradação, o declínio das águas subterrâneas e a disparidade na distribuição de água que favorecem alguns grupos em detrimento de outros (FAO, 2012). A escassez económica de água (EEA) define-se como um evento causado pela falta de investimento em recursos hídricos ou pela falta de capacidade humana para satisfazer a procura de água (FAO, 2012). Os sintomas da EEA incluem a falta de desenvolvimento de infraestruturas de pequena/grande escala e a desigualdade na distribuição da água, o que implica a sua privação para consumo ou para a agricultura (FAO, 2012). Segundo as estatísticas da FAO, cerca de 1,2 mil milhões de pessoas vivem em zonas de EFA, com 500 milhões a aproximar-se da situação e outras 1,6 mil

milhões de pessoas, enfrentam EEA (FAO, 2007). Nas zonas abrangidas pela EEA, a má gestão e o subdesenvolvimento levam à poluição da água acessível, tornando-a insalubre para consumo humano. A utilização não regulamentada da água nos setores agrícolas e industriais resultam num dano colateral para a população e ineficiências no uso deste recurso, agravando este problema (Ingrao et al., 2023). Globalmente, a escassez de água pode ter impactes sociais, ambientais e económicos (Fig. 3), com relação de causa-efeito (Ingrao et al., 2023).

Em suma, enquanto a seca é um fenómeno natural temporário, relacionada com os padrões climáticos, a escassez de água é um evento crónico de natureza antrópica, ligada a questões de gestão e uso sustentável dos recursos hídricos. Ambas são desafios que exigem abordagens integradas para garantir as necessidades sociais, económicas e ambientais.



Figura 3. Impactes sociais, ambientais e económicos da escassez de água (Fonte: adaptado de Ingrao et al., 2023).

1.1.1. Seca e Escassez de água em Portugal

Em Portugal, a monitorização da seca meteorológica é realizada pelo Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA) através do índice PDSI (*Palmer Drought Severity Index*) que foi desenvolvido por Palmer (1965) e do índice SPI (*Standardized Precipitation Index*) concebido por Mckee et al. (1993), representados na Tabela 1.

O índice PDSI baseia-se “(...) no conceito do balanço da água tendo em conta dados da quantidade de precipitação, temperatura do ar e capacidade de água

disponível no solo e permite detetar a ocorrência de períodos de seca classificando-os em termos de intensidade: fraca, moderada, severa e extrema” (IPMA, 2023).

O índice SPI “(...) quantifica o défice ou o excesso de precipitação em diferentes escalas temporais, que referem o impacte da seca nas disponibilidades de água. As menores escalas, até 6 meses, remetem à seca meteorológica e agrícola (défice de precipitação e humidade no solo, respetivamente), e entre 9 e 12 meses à seca hidrológica, com escassez de água refletida no escoamento superficial e nas albufeiras” (APA, 2023b).

Tabela 1. Classificações dos índices PDSI e SPI para períodos secos e períodos chuvosos (Fonte: APA, 2023b).

PDSI	Classificação	SPI
4,00 ou superior	Chuva extrema	2,00 ou superior
3,00 a 3,99	Chuva severa	1,50 a 1,99
2,00 a 2,99	Chuva moderada	1,00 a 1,49
0,50 a 1,99	Chuva fraca	0,99 a 0,50
0,49 a -0,49	Normal	0,49 a -0,49
-0,50 a -1,99	Seca fraca	-0,50 a -0,99
-2,00 a -2,99	Seca moderada	-1,00 a -1,49
-3,00 a -3,99	Seca severa	-1,50 a -1,99
-4,00 ou inferior	Seca extrema	-2,00 ou inferior

De modo a avaliar a seca hidrológica, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), monitoriza as massas de água. É determinada pela observação da evolução mensal dos níveis de armazenamento das albufeiras, da precipitação e do escoamento e a respetiva comparação com as séries históricas (APA, 2023b). Desde a década de 1980, e de acordo com as séries mensais do índice de seca PDSI, os episódios de seca foram mais frequentes e mais severos (IPMA, 2020). Além disso, a análise da distribuição do índice PDSI em Portugal, entre 1961 e 2000, revelou que nas duas últimas décadas do século XX, a frequência das secas intensificou, especialmente nos meses de fevereiro a abril (IPMA, 2020). A Figura 4 demonstra a percentagem do território de Portugal Continental inserido nas classes de seca severa e extrema do índice PDSI (Gulbenkian, 2020). Desde 1941 até 2019 surgem episódios de seca entre 1944 e 1945 e entre 1948 e 1949, mais recentemente entre 2004 e 2005, entre 2011 e 2012 e nos últimos anos 2017 a 2019 (IPMA, 2020).

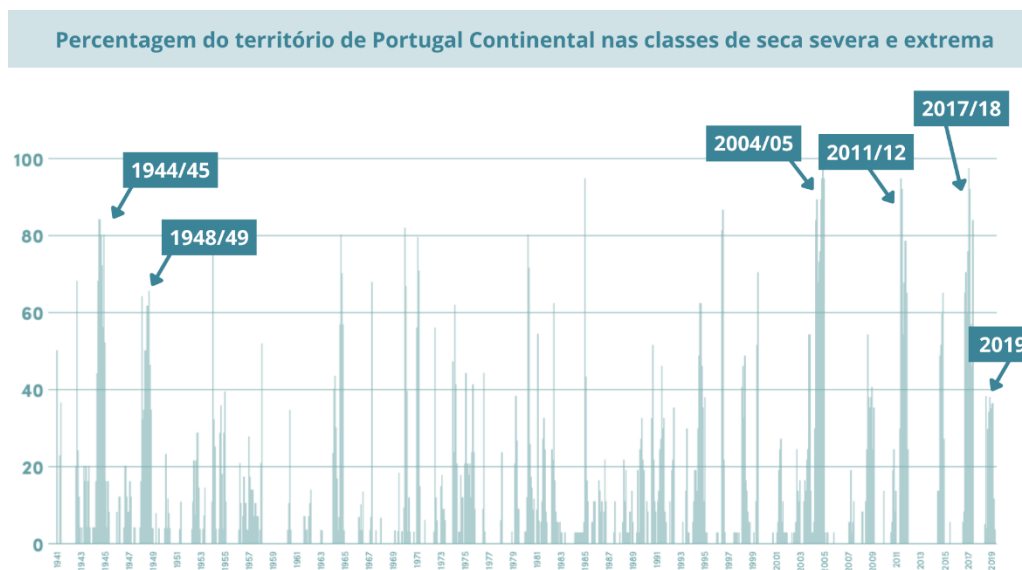


Figura 4. Percentagem do território de Portugal Continental nas classes de seca severa e extrema do índice PDSI (Fonte: adaptado de Gulbenkian, 2020).

A periodicidade de situações de seca meteorológica que se tem verificado em Portugal Continental nos últimos anos, com a possibilidade de poderem vir a ser agravadas com o efeito das alterações climáticas, implica um aumento do risco e da vulnerabilidade a este fenómeno (APA, 2021e). Consequentemente, poderá provocar um incremento dos seus impactes ao nível das disponibilidades hídricas e ao nível dos ecossistemas e dos setores aderentes, particularmente o agrícola e, adicionalmente, ao nível económico e social (APA, 2021g).

A suportar um necessário estado de alerta, os dados do Portal do Clima¹ para as próximas décadas (período 2041-2070) em Portugal apontam para uma evolução negativa da precipitação no território que pode chegar a reduções de cerca de 5% (RCP²4.5, cenário otimista) a 15% (RCP 8.5, cenário pessimista), com fortes contrastes espaciais de diminuição percentual no caso do RCP 8.5: Norte, 5 a 15 %; Centro, 10 a 20 %; e Sul, 15 a 30 %, retratados na Figura 5 (IPMA, 2020).

¹ Portal do Clima - <http://portaldoclima.pt/pt/#>

² RCP = Representative Concentration Pathways , definidos de acordo com o 5.º Relatório de avaliação do IPCC (2013).

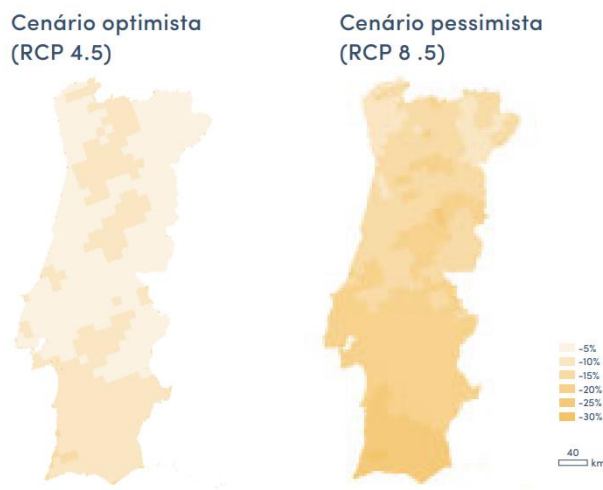


Figura 5. Variação da precipitação anual - Projeções 2041-2070 (Fonte: Gulbenkian, 2020).

Combinando estes resultados/previsões com um consumo crescente de água, há a probabilidade de uma seca meteorológica evoluir para uma escassez.

Em termos de escassez de água, ao relacionar as necessidades com as disponibilidades, levando em consideração a oferta e procura, o índice de escassez permite determinar se existe escassez em cada região hidrográfica (APA, 2023a). Neste sentido, os Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) são instrumentos de planeamento e suporte à gestão, à proteção e à valorização ambiental, social e económica das águas e surgiram no contexto da Lei da Água, que transpõe a Diretiva Quadro da Água (DQA) (APA, 2022). Os PGRH são elaborados por ciclos de planeamento, são revistos e atualizados de seis em seis anos (APA, 2022). O 2.º ciclo de planeamento referente ao período 2016-2021 esteve em vigor até ao fim de 2021 (APA, 2022). Atualmente, os PGRH encontram-se no 3.º ciclo de planeamento, a ser vigorado no período 2022-2027, com o propósito de atingir e manter o Bom estado das massas de água, tendo como suporte a caracterização da Região Hidrográfica (RH) e a identificação das questões mais significativas para a gestão da água (APA, 2022).

O índice de escassez WEI+ (*Water Exploitation Index plus*), surgiu de modo a resolver algumas limitações no WEI (*Water Exploitation Index*), criado pela APA juntamente com *WFD CIS Expert Group on Water Scarcity & Drought* no âmbito dos PGRH (EEA, 2013). O WEI+ corresponde à razão entre o volume total de água captado e as disponibilidades hídricas renováveis e, permite assim avaliar o *stress* hídrico a que se encontra sujeito um território, incorporando no cálculo da vulnerabilidade, as situações de escassez, os retornos de água ao meio hídrico, bem como os caudais ambientais (APA, 2023a). As necessidades hídricas incluem não só os caudais

ambientais, como também os volumes que devem estar disponíveis de forma a cumprir outros requisitos como, por exemplo a navegação ou tratados internacionais em rios transfronteiriços (APA, 2023a). Estes volumes, calculados no âmbito do WEI+, correspondem a 10% do valor do escoamento de cada região hidrográfica (APA, 2023a). Por retorno, entende-se o volume de água que é devolvido ao meio hídrico após utilização pelos setores, e que se encontra disponível para ser reutilizado (APA, 2023a).

De acordo com o 2.º ciclo de planeamento do PGRH, o índice WEI+ apresenta-se com base na parcela de recursos consumidos por país ou região, e divide-se em quatro categorias, representadas na Tabela 2 (APA, 2023a).

Tabela 2. Classificação por categorias do índice WEI+ de acordo com o 2.º ciclo de planeamento do PGRH (Fonte: APA, 2023a).

WEI + (%)	Classificação
< 10	Sem escassez
10 - 20	Escassez reduzida
20 - 40	Escassez moderada
> 40	Escassez severa

Segundo a APA, o valor obtido para Portugal foi de 14% no 2.º ciclo dos PRGH, indicando que o país se encontra numa situação de escassez reduzida (APA, 2023a). No entanto, na mesma análise efetuada à escala da RH, como é possível observar na Figura 6, há uma assimetria regional, onde as regiões com maior escassez do nível do continente são as RH5, RH6, RH7 e RH8, decorrentes sobretudo da distribuição dos recursos hídricos (APA, 2023a).

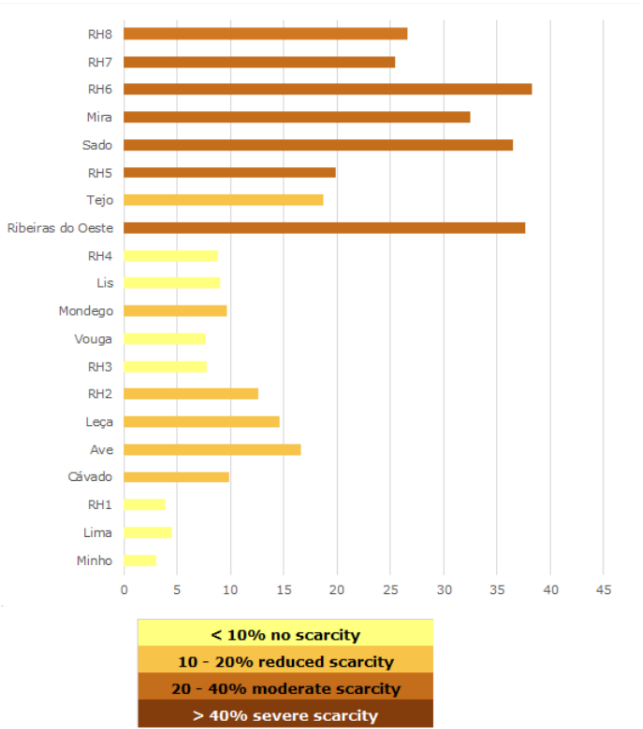


Figura 6. Índice de escassez (WEI+) por região hidrográfica de acordo com o 2.º ciclo de planeamento do PGRH (Fonte: APA, 2023a).

No 3.º ciclo de planeamento do PGRH, verifica-se uma alteração dos índices de escassez (WEI+), encontrando-se distribuídos em 6 categorias, representadas na Tabela 3 (APA, 2021a).

Tabela 3. Classificação por categorias do índice WEI+ de acordo com o 3.º ciclo de planeamento do PGRH (Fonte: APA, 2021a).

WEI + (%)	Classificação
< 10	Sem escassez
10 – 20	Escassez baixa
20 – 30	Escassez moderada
30 – 50	Escassez elevada
50 – 70	Escassez severa
> 70	Escassez extrema

Além da atualização das categorias do índice WEI+, efetuou-se uma nova avaliação dos índices WEI+ por RH, revelando um aumento do número de regiões hidrográficas em estado elevado de escassez de água (Figura 7), mais concretamente, 6 de 8 regiões.

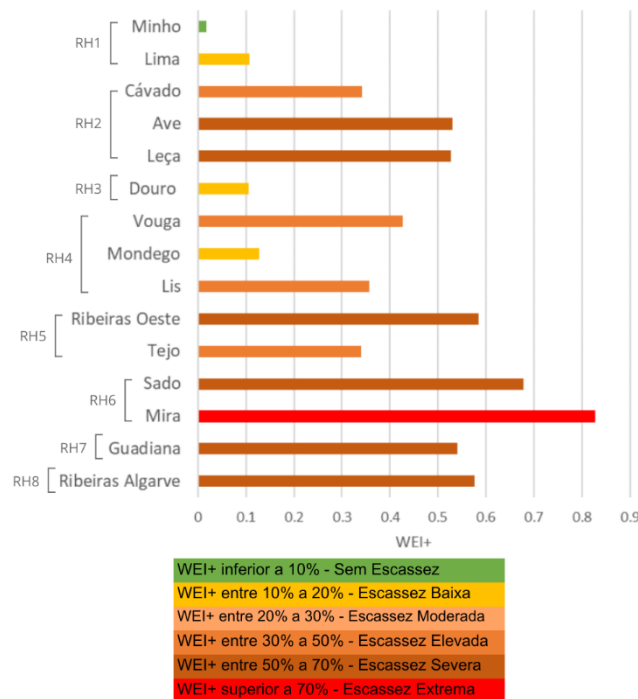


Figura 7. Índice de escassez (WEI+) por região hidrográfica de acordo com o 3º ciclo de planeamento do PGRH (Fonte: adaptado de APA, 2021a).

O índice de escassez de água agravou-se em todas as bacias, comparativamente ao que tinha sido calculado para o 2.º ciclo de planeamento, fruto da diminuição das disponibilidades, mas também do aumento dos consumos, atingindo valores muito elevados (escassez severa e extrema) em várias regiões hidrográficas, nomeadamente RH2, RH5, RH6, RH7 e RH8 (APA, 2021b).

Com o aumento dos fenómenos de seca e escassez de água, a eficiência hídrica torna-se uma necessidade incontornável em Portugal e no resto do mundo, em todos os setores económicos. A tomada de consciência da escassez de água desperta-nos para a urgência de uma gestão que assegure o equilíbrio entre o volume de água utilizado e o volume de água disponível (APA, 2021b).

1.2. Eficiência hídrica

Num contexto global de mudanças climáticas e a crescente procura de recursos hídricos, a otimização do uso da água (eficiência hídrica) é essencial para preservar ecossistemas, promover a segurança alimentar e o acesso à água potável. A eficiência hídrica não se concentra em limitar o uso da água, mas na redução de desperdícios de modo a potenciar a produção ou o benefício obtido a partir desse recurso (Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro, sem data).

Melhorar a eficiência hídrica significa melhorar a produtividade da água, ou seja, diminuir a quantidade de água usada para atividades socioeconómicas e a poluição, ao mesmo tempo em que aumenta o valor socioeconómico por gota de água, enquanto os fluxos ambientais são assegurados (Decade Programme on Advocacy, 2014). Para uma avaliação mais ponderada, é fundamental estabelecer os índices de eficiência hídrica em relação às especificações dos produtos e processos (Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro, sem data). Neste contexto entra o conceito de “pegada hídrica” (PH), introduzido por Hoekstra, em 2002, que é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, o seu uso indireto (Hoekstra et al., 2011). Ao contrário do conceito tradicional de captação de água, a PH pode ser vista como um indicador amplo da apropriação dos recursos hídricos. É obtida através do volume de água necessário para produzir um certo produto ao longo de toda a cadeia produtiva (Hoekstra et al., 2011). É um indicador multidimensional que representa os volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição pelo tipo de poluição e, todas as componentes de uma PH total são especificadas geográfica e temporalmente (Hoekstra et al., 2011).

A pegada hídrica total subdivide-se em 3 tipos: pegada azul, verde e cinzenta. A pegada hídrica azul de um produto refere-se ao consumo de água azul (superficial e subterrânea) ao longo da sua cadeia produtiva. ‘Consumo’ refere-se à perda de água (superficial ou subterrânea) disponível numa bacia hidrográfica (Hoekstra et al., 2011). A perda ocorre quando a água evapora, retorna a outra bacia ou ao mar ou é incorporada num produto. A pegada hídrica verde refere-se ao consumo de água verde (água de chuva, desde que não escoe) (Hoekstra et al., 2011). A pegada hídrica cinzenta refere-se à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade da água existentes (Hoekstra et al., 2011).

De acordo com Hoekstra & Chapagain (2007), a pegada hídrica média global relacionada com o consumo é de 1385 m³/ano per capita no período de 1996-2005. O consumo de produtos agrícolas determina em grande medida a pegada hídrica global relacionada com o consumo, contribuindo com 92% para a pegada hídrica total. O consumo de produtos industriais e a utilização doméstica da água contribuem com 4,7% e 3,8% respetivamente.

O relatório Planeta Vivo 2008 da World Wildlife Fund (WWF) posicionou Portugal na sexta posição (num conjunto de 140 países analisados) entre os que apresentam uma PH mais elevada por habitante. No entanto, esta situação não é exclusiva de

Portugal; cinco dos seis países com a PH mais alta situam-se na região Mediterrânica, conhecida como um dos principais centros de biodiversidade do mundo (Mediterrâneo, 2010).

Dentro dos países europeus, tendo em conta a pegada hídrica total e a sua população, Portugal é dos países com maior pegada hídrica *per capita*, com o consumo de 6900 litros por dia (Mekonnen & Hoekstra, 2011a).

Tabela 4. Países europeus com maior pegada hídrica per capita, tendo em conta a pegada hídrica total e a sua população, em 2011 (Fonte: adaptado de <https://tools.waterfootprint.org/national-explorer/>).

País	População (milhões)	Pegada hídrica total (milhões m ³ /ano)	Pegada hídrica <i>per capita</i> (litros/dia)
Portugal	10,3	26 000	6900
Espanha	40,8	100 000	6700
Hungria	10,2	24 000	6500
Sérvia	10,7	26 000	6500
Grécia	10,9	26 000	6400
Bulgária	7,99	18 000	6300
Itália	57,5	130 000	6300
Islândia	0,282	590	5800
Bélgica	10,4	20 000	5200

Portugal iniciou o século XXI com uma procura anual de água no território continental estimada em cerca de 7 500 milhões m³, nos três setores: urbano, agrícola e industrial, sendo o setor agrícola, em termos de volume, o maior consumidor (>80%) (APA, 2012).

Dentro dos setores, nem toda a água captada é aproveitada, existindo uma parcela importante de desperdício associada: as perdas no sistema de armazenamento, transporte e distribuição; e ao uso ineficiente da água para os fins previstos (APA, 2012).

Diante esta problemática, a opção estratégia da política de água portuguesa para gerir eficientemente este recurso, originou o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) subordinado ao lema “Água com futuro” (APA, 2012). Este plano centrado na diminuição das perdas de água e na otimização no seu uso que, é cada vez mais um instrumento de gestão imprescindível, sobretudo num país onde a variabilidade climática gera frequentes situações de escassez hídrica (APA, 2012). O objetivo estratégico deste programa é reduzir as perdas de água nos sistemas de abastecimento de água no setor urbano e nos sistemas de regadio no setor agrícola, bem como a potencialização do uso da água no setor industrial e a limitação dos impactes no ambiente associados às descargas de águas residuais industriais (APA, 2012).

O PNUEA teve a sua génese em 2000/2001. Até 2005 foi desenvolvido um conjunto de documentação de apoio técnico à implementação do PNEUA, aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros nº 113/2005 de 30 de junho, previsto até 2012, mas prolongado para o período 2012-2020 (APA, 2021e). A estratégia estipulava para o período 2012-2020, limites para o desperdício de água para cada setor, estabelecendo metas de 20% para o setor urbano (25% em 2009), 35% para o setor agrícola (37,5% em 2009) e 15% para o setor industrial (22,5% em 2009) e alcançar uma eficiência de uso de 80%, 65% e 85% respetivamente (APA, 2021d).

Foi selecionado o mesmo indicador de eficiência de utilização da água e o desperdício para todos os setores considerados, calculados através das seguintes equações (APA, 2012):

$$(1) \text{ Eficiência de utilização da água (\%)} = \text{Consumo útil} / \text{Procura efetiva} \times 100$$

$$(2) \text{ Desperdício (\%)} = 100 - \text{Eficiência (\%)}$$

O consumo útil corresponde ao consumo mínimo necessário num determinado setor para garantir a eficácia da utilização. A procura efetiva representa o volume efetivamente utilizado, sendo naturalmente igual ou superior ao consumo útil, podendo ser estimada com razoável rigor para a situação atual com base nos registos existentes e para cenários futuros (INAG & MAOT, 2001).

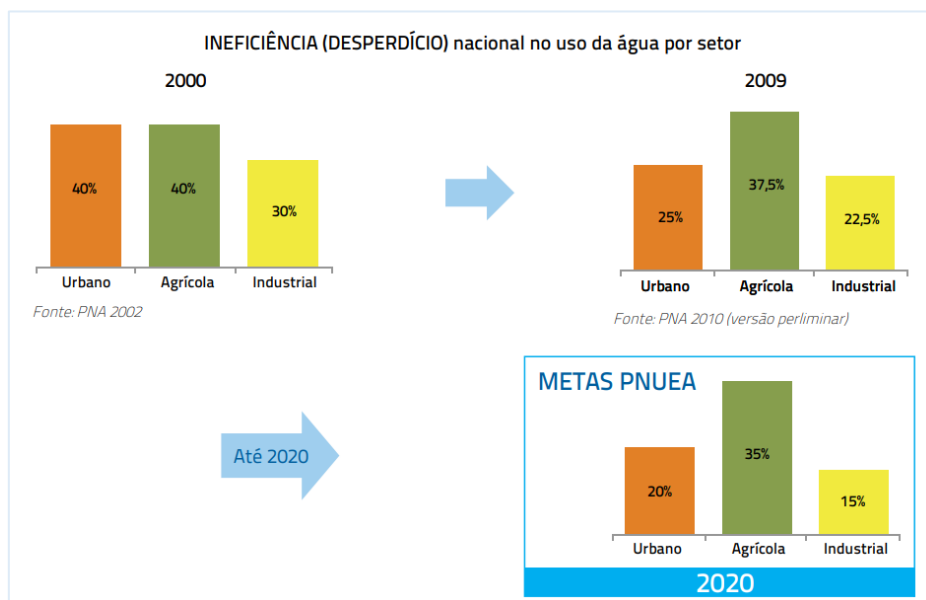


Figura 8. Variação da ineficiência nacional no uso da água entre 2000 e 2009 e metas para 2020 (Fonte: APA, 2012).

Consoante os dados representados na Figura 8, houve uma diminuição considerável do desperdício de água no setor urbano - 15%, porém nos setores agrícola e industrial a

redução não chega nem a 10%, acabando por não cumprir as metas estipuladas para 2009 em todos os setores (25%, 37,5% e 22,5% respetivamente).

Considerando a possibilidade de concretização da percentagem do objetivo inicial até 2020, ou seja, menos 5, 2,5 e 7,5 pontos percentuais para os setores urbano, agrícola e industrial, o valor económico direto do benefício das perdas evitadas calculado para os diferentes setores correspondeu a 1,46€/m³ (53% do total) ao urbano, seguido da indústria com 0,73€/m³ (27% do total) e da agricultura com 0,55€/m³ (20% do total), revelando-se o setor com menor relevância económica (APA, 2012). Estimava-se alcançar um benefício económico anual de cerca de 101 milhões de euros (APA, 2012).

Contudo, depois de 2009 não existem quaisquer tipos de resultados e após mais de três anos desde o último prazo, ainda não há data prevista para divulgação do relatório final deste plano, apesar do problema da seca e escassez de água continuar a ser uma realidade em todo o país, e todos os anos serem adotadas medidas para mitigar os riscos (Sousa, 2023).

Com base nesta informação, é possível concluir que a chave para reduzir a pegada hídrica, e para aumentar a eficiência hídrica portuguesa centra-se no setor agrícola, onde há maior taxa de desperdício e oportunidade para implementar novas soluções. Sendo que as ações do PNUEA não foram totalmente potenciadas nem articuladas por falta de uma estratégia integrada de implementação e governança (APA, 2012), torna-se urgente a sua devida implementação e o foco desta temática preocupante pelas forças políticas.

1.3. Influência do setor agrícola na utilização de água

O setor agrícola é o maior consumidor de água do mundo e é significativamente afetado pelas alterações climáticas, pelo desenvolvimento socioeconómico e populacional e pelo aumento da escassez de água, podendo afetar a produção agrícola e colocar em risco a segurança alimentar (Liu et al., 2022). Em Portugal, de uma forma aproximada, o setor agrícola (incluindo a pecuária) é responsável por 75%, a indústria 5%; e urbano 20% do total de água utilizada no país (Gulbenkian, 2020). Em comparação com outros países, a influência do setor agrícola em Portugal na utilização dos recursos hídricos é a seguinte:

Tabela 5. Percentagem da utilização de recursos hídricos por país (Fonte: EDIA, 2021).

País	Utilização de recursos hídricos na agricultura (%)
Grécia	81
Espanha	79
Portugal	75
Europa	25
Reino Unido	15
Alemanha	2

Na Europa existem duas realidades diferentes no que diz respeito à percentagem de utilização de água no setor agrícola, definida em função das condições climáticas existentes, estando Portugal alinhado com os restantes países da região mediterrânea (EDIA, 2021).

Por outro lado, o aumento da utilização da água nos setores económicos (p. ex o abastecimento doméstico, industrial e agrícola e a produção de energia) pode afetar negativamente os ecossistemas de água doce (Dudgeon, 2010; Richter et al., 2020), bem como o cumprimento dos Regimes de Caudais Ecológicos (RCE) para a manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais (APA, 2021f). Este facto, por sua vez, pode agravar ainda mais a escassez de água na agricultura e prejudicar a sustentabilidade da produção alimentar no futuro (Jägermeyr et al., 2017).

Por conseguinte, é importante compreender a escassez de água na agricultura no contexto das alterações climáticas, tendo em conta a crescente procura de alimentos e consequentemente, a intensificação da irrigação e a expansão das terras agrícolas (FAO, 2018).

1.4. Tipos de agricultura

Agricultura intensiva

O sistema agrícola tradicional intensivo tem como objetivo o aumento da produtividade e redução do tempo de produção, ou seja, o tempo até à(ao) colheita/corte/engorda das espécies, rentabilizando ao máximo os custos de produção (AJAP, 2019). É altamente dependente de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que quando usados inadequadamente, podem contaminar o solo, a água e o ar, além de aumentar a resistência de pragas e aumentar as emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) (Rosset et al., 2014). A agricultura intensiva é considerada uma das principais poluidoras dos recursos hídricos, sendo a salinidade e a contaminação por nitratos as principais causas (Rosset et al., 2014).

Agricultura extensiva

A agricultura tradicional extensiva visa obter produções de forma consciente e respeitando o meio ambiente, produzindo em menor quantidade, mas com maior diversidade e qualidade, a um preço justo (AJAP, 2019). Aplica técnicas de produção rudimentares ou tradicionais e prioriza variedades rústicas ou regionais, espécies autóctones, fertilizantes naturais e “biopesticidas”, utilizando o conceito de mobilização mínima para reduzir a mecanização em todas as etapas do processo produtivo, exige menor investimento de capital (AJAP, 2019).

Agricultura biológica

Segundo a legislação comunitária, a Agricultura Biológica é definida como um “...sistema global de gestão das explorações agrícolas e de produção de géneros alimentícios que combina as melhores práticas ambientais, um elevado nível de biodiversidade, a preservação dos recursos naturais, a aplicação de normas exigentes em matéria de bem-estar dos animais e método de produção em sintonia com a preferência de certos consumidores” (Regulamento (CE) n.º 834/2007). A agricultura biológica objetiva produzir alimentos de alta qualidade nutritiva e organolética, obtidos de forma sustentável e incentivar o consumo de produtos saudáveis, produzidos em respeito pelo Homem e pela natureza (AJAP, 2019).

Agricultura regenerativa

Conservar e restaurar os recursos naturais, como a biodiversidade, a água e o solo, é o objetivo principal da agricultura regenerativa (SNAA, 2023). É uma agricultura que

contribui para o combate às alterações climáticas pois permite aumentar o sequestro de carbono da atmosfera, evitando a sua libertação, e visa ainda desenvolver maior resiliência a condições climáticas extremas, como cheias e secas severas (SNAA, 2023). Além disso, o propósito é abordar o solo como um ser vivo, adaptando sistemas agrícolas que funcionem em harmonia com a natureza para melhorar a sua estrutura e potencial produtivo, o que afeta positivamente a agricultura, o ambiente e a sociedade (SNAA, 2023).

Enquanto a agricultura biológica se concentra em práticas sustentáveis, a agricultura regenerativa vai além, buscando ativamente restaurar e regenerar os sistemas agrícolas. Ambas são abordagens importantes, podendo ser complementadas uma pela outra, tornando-se no cenário agrícola ideal. Em Portugal, em 2019, foram recenseadas 3,9 mil explorações certificadas para a produção em modo biológico (+214% que em 2009) (INE, 2021). A área certificada para a produção em modo biológico foi de 209,9 mil hectares, o que representa 5,3% da Superfície Agrícola Utilizada (SAU), sendo que 69,1% são pastagens permanentes e 9,2% são prados temporários e culturas forrageiras destinadas à produção pecuária biológica (INE, 2021).

Pode-se concluir que a agricultura biológica em Portugal tem aumentado, seguindo a tendência em direção a práticas agrícolas mais sustentáveis. No entanto, é importante reconhecer que a transição de uma agricultura intensiva para biológica/regenerativa é um processo gradual e requer apoio/colaboração das partes interessadas, incluindo agricultores, consumidores, governos e organizações ambientais.

1.5. Uso de água na agricultura

O uso de água na agricultura é essencial para o crescimento e desenvolvimento das culturas. A água desempenha um papel crucial em várias etapas do processo agrícola, desde a rega até à produção de alimentos, sendo que a maioria das extrações de água são usadas para a irrigação (Fig. 9).

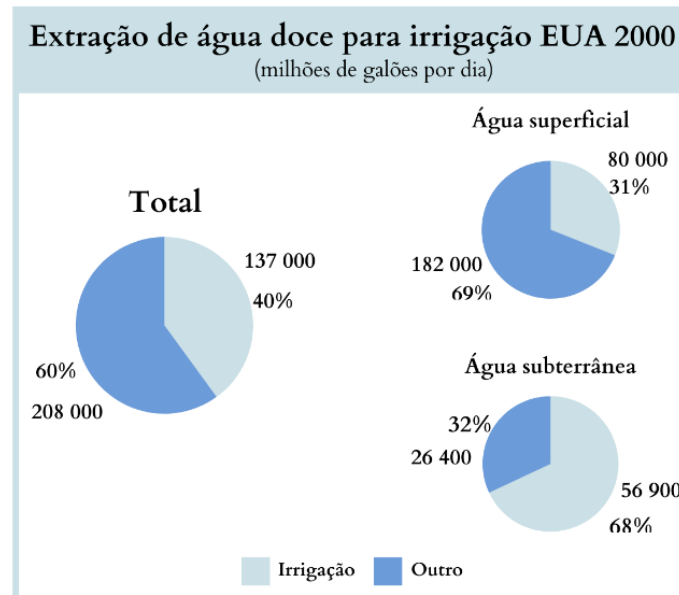


Figura 9. Uso de água na agricultura (Fonte: adaptado de CDC, 2016).

As necessidades de água para a rega são estimadas através do balanço hídrico do solo cultivado, tendo em conta as necessidades de água satisfeitas pela precipitação, reserva de água do solo e pela ascensão capilar; e as saídas de água correspondentes a evapotranspiração cultural, percolação para as camadas do solo abaixo da zona radicular e perdas por escoamento (Fig. 10) (DGADR, 2022).

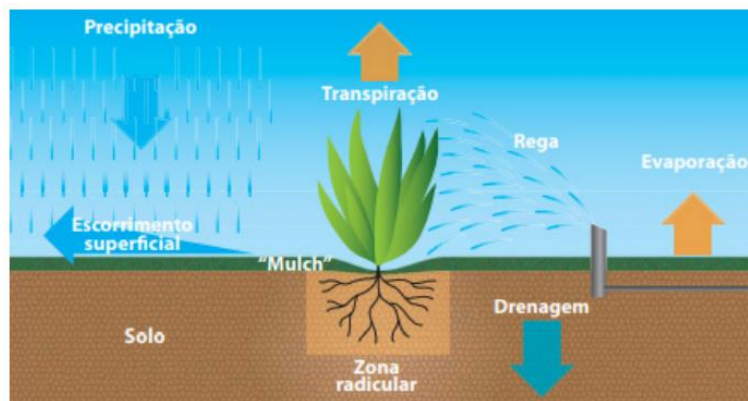


Figura 10. Necessidades hídricas da cultura (Fonte: DGADR, 2022).

De acordo com o recenseamento agrícola de 2019, em Portugal, a superfície regada foi de 561 mil hectares, cerca de 90% da superfície irrigável, beneficiando 32% das culturas temporárias, 30% das culturas permanentes e apenas 3% das pastagens permanentes (INE, 2021). Em Portugal ainda predomina o regadio privado, ou seja, os agricultores regam com a água captada dos seus furos, tanques, charcas, barragens, nascentes, entre outros (Gulbenkian, 2020). A Lei da Água de 2005 (Gulbenkian, 2020), que teve por objetivo principal a gestão sustentável das águas e a sua proteção, introduziu a obrigatoriedade de haver um contador associado à extração de água. A partir de 2007 deixou de ser possível fazer um furo sem ter uma autorização ou licença de uso, concedida pela Agência Portuguesa do Ambiente (Gulbenkian, 2020). Contudo, mesmo havendo furos anteriores a 2007 que foram progressivamente registados, há uma herança significativa que está ‘desalinhada’ com esta vontade de trazer rigor à medição do uso de água, em especial no Norte e Centro do país (Gulbenkian, 2020). Identificada esta incapacidade relevante de medição e monitorização precisa da água, importa olhar às ferramentas hoje disponíveis, de apoio à rega (Gulbenkian, 2020).

1.5.1. Sistemas de rega

A escolha do sistema de rega é uma decisão crucial para otimizar o uso da água, levando em consideração fatores específicos do local, tipo de cultura e condições ambientais.

Existem três tipos gerais de sistemas de rega: (1) rega de superfície; (2) rega por aspersão; e (3) rega localizada, incluindo gota-a-gota e microaspersão (Eisenhauer et al., 2021; Raposo, 1989). Em circunstâncias específicas, cada um tem as suas próprias vantagens e desvantagens.

1) Rega de superfície (gravidade/alagamento)

A rega de superfície ou alagamento é um conjunto de técnicas de irrigação em que a água é colocada em pontos específicos da área a ser irrigada e, posteriormente, escoam sobre a superfície do solo devido à gravidade, à geometria do solo ou ao tipo de cultura. Durante o escoamento a água infiltra-se no solo (DGADR, 2022). Os sistemas de rega de superfície são aplicados em culturas agrícolas ou pomares e em paisagens com declives moderados (Eisenhauer et al., 2021). O meio de bombagem é unicamente para colocar a água à superfície do terreno, e são utilizados vários sistemas de rega: canteiros (processo de alagamento), sulcos e faixas (pouco usado, processo de infiltração) e regadeiras de nível (rega de lima) através do processo de infiltração,

representados esquematicamente na Fig. 11 (DGADR, 2022). A água é introduzida nos canteiros, faixas ou sulcos (pequenos canais) por meio de sifões, tubos janelados ou mangas flexíveis, e flui através do campo por ação da gravidade (DGADR, 2022).

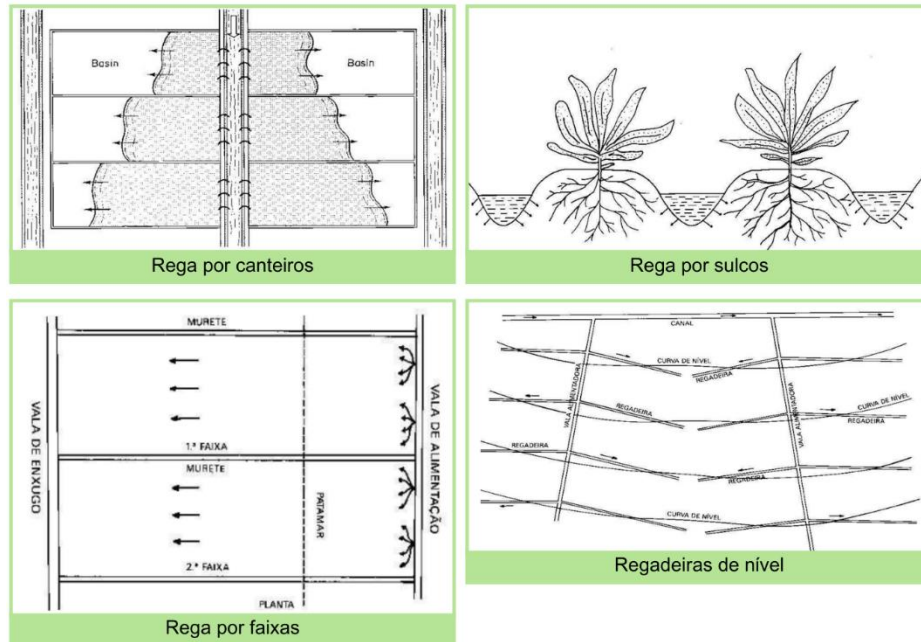


Figura 11. Esquema dos diferentes sistemas de rega de superfície (Fonte: adaptado de Universidade de Lisboa, sem data-a, sem data-b).

Os métodos de rega de superfície geralmente exigem menos pressão do que a rega por aspersão, tornando-os menos dispendiosos de operar por unidade de água aplicada. Se não for necessário nivelar o terreno, a instalação de sistemas de rega de superfície pode ter um custo mais baixo que a instalação de aspersores (Eisenhauer et al., 2021). As principais limitações incluem a necessidade de adaptar o terreno ao regadio por meio de nivelamentos precisos e medições corretas das dotações de rega, na medida em que dotações elevadas podem conduzir a um alagamento excessivo e causar prejuízos nas culturas, bem como serem extremamente exigentes em termos de caudal (DGADR, 2022).

2) Rega por aspersão

Na rega por aspersão, a água é fornecida ao solo sob a forma de chuva (pulverizada em pequenas gotículas), por meio de aspersores distribuindo um caudal superior a 500 L/h cada um (Raposo, 1989). Os sistemas de rega por aspersão são utilizados para a produção agrícola ou hortícola e para aplicações em espaços verdes ou relvados (Eisenhauer et al., 2021).

Os sistemas de rega podem ser classificados em duas categorias: os convencionais, em que o aspersor não se move sobre a parcela ou sistemas motorizados, nos quais, durante a rega o(s) aspersor(es) se movimenta(m) sobre a parcela (Fig. 12). Este sistema é composto por uma bomba (acionada por um motor), condutas (principal e secundária), rampas e aspersores (DGADR, 2022).



Figura 12. Sistema de rega convencional e motorizado (Fonte: Agronegócios, 2020; AgroPós, 2022).

Nos sistemas convencionais, os equipamentos (condutas e aspersores) podem ser fixados no local (sistemas fixos) ou temporariamente colocados e movidos quando uma quantidade específica é aplicada (sistemas móveis). Nos sistemas móveis, a água é aplicada enquanto os aspersores ou as rampas, sobre as quais estão montados, se movimentam, através de um pivot central – sistema automático de rega em que o tubo ou conduta de aspersão roda para fornecer água aos aspersores de um ponto central na parcela. O centro ou pivot introduz a água no sistema, a conduta é suportada acima da cultura por torres colocadas com espaço fixo sobre rodas que descrevem trajetórias circulares fixas com velocidades angulares uniformes. A conduta é impulsionada pneumática, hidráulica ou eletricamente (DGADR, 2022).

Outra variante de rega por aspersão, são os canhões (Figura 13), constituídos por um aspersor rotativo de grandes dimensões montando sobre um chassis, trabalha a elevada pressão e rega grandes superfícies. Ao longo da rega, o chassis desloca-se sobre o solo a velocidade controlada, distribuindo ao longo de uma faixa de largura igual ao alcance do aspersor (DGADR, 2022).



Figura 13. Sistema de rega móvel por canhão (Fonte: Agronegócios, 2015).

As principais vantagens da rega por aspersão incluem a adaptabilidade a uma variedade de condições de solo e cultura, aplicabilidade à “rega de precisão”: água e fertilização, a sua facilidade de operação e automatização e como principais limitações o elevado custo de investimento e exploração e a baixa eficiência em condições meteorológicas por alta velocidade do vento e evaporação (DGADR, 2022).

3) Rega localizada

A rega localizada tem a particularidade de os dispositivos de descarga se destinarem a irrigar plantas individuais, ou seja, apenas nas zonas do solo em que se desenvolvem as raízes das plantas e não toda a sua superfície. Há possibilidade de fertirrigação, que permite uma maior eficácia na aplicação de fertilizantes, ajustada às necessidades das plantas e evitando a lixiviação³ de nutrientes (DGADR, 2022; Eisenhauer et al., 2021).

Os sistemas de rega localizada podem ser classificados em quatro categorias: gota-a-gota, microaspersão, rega por jorros e rega sub-superficial (DGADR, 2022). Na rega gota-a-gota (Figura 14), a água é gotejada para o solo a taxas baixas (2-20 L/h) através de um sistema de tubos de plástico de diâmetro reduzido equipados com emissores ou gotejadores (de vários tipos, como vórtices, orifícios, labirintos, tubos auxiliares, etc.) (DGADR, 2022).



Figura 14. Rega gota-a-gota (Fonte :DGADR, 2022).

Na microaspersão, a água é pulverizada sobre a superfície do solo como na aspersão, mas cria áreas molhadas pequenas e localizadas com 1-5 metros de diâmetro (Fig. 15).

³ Lixiviação - Processo pelo qual os materiais dissolvidos na solução do solo são arrastados em profundidade pela ação da água da chuva ou da rega que se infiltra no solo sob a ação da gravidade em direção às zonas de saturação.



Figura 15. Rega por microaspersão (Fonte: DGADR, 2022).

A irrigação por jorros, consiste no bombeamento da água a reservatórios de pequena dimensão (caldeiras) situadas à superfície e adjacentes à planta (árvores) (Fig. 16), através de emissores específicos (jorradores ou golfadores), que debitam a água por impulso, com caudais de 100 a 150 L/h (DGADR, 2022).



Figura 16. Rega por jorros (Fonte: DGADR, 2022).

Rega sub-superficial é um método em que os emissores são colocados em rampas enterradas abaixo do solo (Figura 17), utilizando condutas enterradas para fornecer água às plantas abaixo do solo. Este sistema tem como vantagem sobre os outros métodos o facto de não ocorrerem perdas de água por evaporação (DGADR, 2022).



Figura 17. Rega sub-superficial (Fonte: DGADR, 2022).

Na Tabela 6 estão presentes as principais vantagens e desvantagens dos tipos de rega mencionados.

Tabela 6. Vantagens e desvantagens dos diversos tipos de rega (Fonte: adaptado de Raposo, 1989).

Rega de superfície	Vantagens	Método com o menor custo económico
		Diminuição do gasto energético para rega
	Desvantagens	Escorrimento condicionado pela geometria do solo
		Mão de obra elevada
		Baixa eficiência (elevadas perdas de água)
Rega por aspersão	Vantagens	Maior economia de água em relação à rega de superfície
		Evita a erosão eventualmente provocada pela rega
	Desvantagens	Distribuição irregular por efeito de vento forte
		Favorece o desenvolvimento de algumas doenças das plantas
Rega localizada	Vantagens	Processo mais eficiente de rega (menor uso de água)
		Mão de obra reduzida
		Pode ser usada em qualquer tipo de terreno
	Desvantagens	Método com maior custo económico
		Entupimento dos gotejadores

Na procura pela eficiência na irrigação, a implementação de estratégias e tecnologias eficientes é essencial, para enfrentar os desafios relacionados com a disponibilidade de água. Considerando a variedade de sistemas de rega existentes e a variação da sua eficiência dentro de determinados parâmetros a Tabela 7, mostra a eficiência potencial (E_p) de cada sistema (Leão & Morais, 2011).

Tabela 7. Valores indicativos das eficiências dos sistemas de rega (Fonte: adaptado de Leão & Morais, 2011).

Sistemas de rega			Valores E_p (%)
Superfície	Sulcos	Tradicionais	65
		Modernizados	75
	Outros	Rega de Lima	50
		Canteiros	80
		Caldeiras	70
Sob pressão	Aspersão	Aspersores móveis	75
		Aspersores fixos	75
		Enrolador com canhão	70
		Pivot	85
	Localizada	Gota-a-gota	90
		Microaspersão	85

Face aos valores apresentados, os sistemas de rega sob pressão são os mais eficientes em termos de funcionamento de equipamentos e produtividade da água, com o método de rega gota-a-gota a ser o mais eficaz. Por outro lado, os sistemas de rega de superfície, particularmente a rega de lima, são os mais ineficientes (DGADR, 2022). A análise ponderada das características do solo a beneficiar, da qualidade e quantidade de água disponível, das condições climáticas da região e das necessidades das culturas é necessária para escolher o método de rega mais adequado (Calouro, 2005).

Devido às altas perdas de água e nitratos em solos de elevada permeabilidade, particularmente em solos de textura ligeira, tipicamente deve-se evitar o uso de vários métodos de rega por gravidade. A rega por aspersão ou rega localizada, especialmente rega gota-a-gota, se bem administrada controla o humedecimento do solo, impedindo o alcance da área habitada pelas raízes (Calouro, 2005). Se as condições o permitirem, os sistemas de rega gota-a-gota ou por aspersão são os mais utilizados na agricultura sustentável. Isso deve-se ao seu papel no equilíbrio dos ecossistemas, permitindo reduzir o consumo de água e minimizar os riscos de perda de qualidade do produto, além de reduzir a erosão (DGADR, 2022).

Além da rega, é necessário garantir o fornecimento de água para outros usos, nomeadamente para os tratamentos fitossanitários, a lavagem de produtos hortofrutícolas, a higiene pessoal e a limpeza dos equipamentos agrícolas (CAP, 2015).

1.5.2. Lavagem de equipamentos agrícolas e preparação de caldas

As máquinas agrícolas (incluindo os pulverizadores) operam em condições extremas, o que torna as superfícies exteriores altamente contaminadas (Shimokhin et al., 2020). Os contaminantes incluem, poeiras, sujidade, resíduos de plantas, pesticidas, produtos corrosivos, resíduos de lubrificantes de funcionamento e produtos de reações químicas (Fig. 18) (Shimokhin et al., 2020). A eliminação destes contaminantes é um processo crucial que tem um impacto significativo na segurança do equipamento, na produtividade do trabalho, na qualidade da manutenção/reparação das máquinas e na saúde humana e ambiental (Shimokhin et al., 2020).



Figura 18. Filtros de pontas de pulverização com resíduos de agroquímicos (Fonte: Revista Cultivar, 2020).

Normalmente, o processo de descontaminação envolve métodos físicos ou químicos, ou uma combinação dos dois, como uma lavagem a jato de água seguida de um desinfetante líquido (Layman et al., 2018). A lavagem a jato de água é utilizada para remover e desalojar níveis elevados de sujidade e derrames de “líquidos secos” das superfícies contaminadas. É normalmente o primeiro passo na descontaminação do equipamento, que é seguida por uma aplicação de desinfetante para inativar quaisquer agentes patogénicos que permaneçam no equipamento (Layman et al., 2018). Portanto, o uso de métodos e técnicas eficazes para limpar as máquinas agrícolas é fundamental. A Tabela 8 apresenta uma comparação do uso de água de diferentes métodos de limpeza de máquinas agrícolas (Shimokhin et al., 2020).

Tabela 8. Comparação do uso de água de diferentes métodos de limpeza de máquinas agrícolas (Fonte: adaptado de Shimokhin et al., 2020).

Nome	Água para lavar uma unidade de maquinaria agrícola (L)	Descrição do método de limpeza	Tempo de funcionamento (horas)
Unidade de lavagem da GARO, modelo 1100	à pressão máxima de serviço 150 - 200	Jato de água	2,5
Sistemas de mangueiras de lavagem	360	Jato de água	3,5
Unidade de lavagem estacionária PMU-A/T-7	370	Escovas rotativas com abastecimento de água	1
Sistema de lavagem automática de pórticos AVIK Lafet	350	Jato de água	0,8

Na limpeza dos equipamentos de aplicação, os aplicadores devem respeitar os seguintes requisitos: utilizar o Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequado; utilizar a mínima quantidade de água possível; proceder à lavagem exterior e interior do equipamento, num local sob cobertura, com bacia de retenção e recolha de efluentes (Fig. 19) (DGAV, 2015).



Figura 19. Exemplo de área de preparação da calda e ou limpeza de Pulverizadores, com sistema de recolha de efluentes (Fonte: DGAV, 2015).

Para a realização de boas práticas agrícolas, a implementação de um sistema de gestão de efluentes fitossanitários é crucial para garantir que a limpeza e a eliminação dos excedentes de calda⁴, e de águas de lavagem dos equipamentos de aplicação dos produtos fitofarmacêuticos se façam de uma forma mais segura e sem efeitos adversos para o ambiente e saúde humana (Marques Caires, 2011).

O sistema de gestão de efluentes fitossanitários, Héliosec®⁵, possibilita ao agricultor a escolha do sistema de lavagem ideal para limpar o equipamento de pulverização e aumentar a eficiência do uso da água. Deste modo, o agricultor pode reduzir os custos associados ao uso de água e minimizar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (Marques Caires, 2011).

1.5.3. Lavagem e preparação dos produtos alimentares

O aumento das exigências do consumidor e o surgimento de várias crises na produção de alimentos, com impactes significativos na economia e saúde pública, levaram à necessidade de estabelecer requisitos mínimos de higiene para a segurança das matérias-primas produzidas e destinadas à alimentação humana em fresco, com especial atenção aos produtos Hortofrutícolas Frescos (HFF) (CAP, 2015). Especificamente neste setor, a maioria dos produtos HFF chega ao consumidor final praticamente como sai das explorações agrícolas, de modo que se torna necessário estabelecer um conjunto de princípios sanitários a aplicar na sua produção primária que

⁴ Calda – Composto à base de sulfato de cobre e cal que, diluído em água, é usado tradicionalmente como fungicida agrícola.

⁵ Héliosec - sistema de tratamento de efluentes fitossanitários por desidratação natural, entre as suas várias vantagens, elimina definitivamente todos os produtos, incluindo o cobre e o enxofre. Este sistema é instalado nas explorações agrícolas, tratando-se de um local de preparação da calda e lavagem do material de aplicação. No fundo do depósito é acumulado um extrato seco, que é removido e embalado dentro de um saco, para recolha de agentes autorizados.

permitam reduzir, logo no início da cadeia, os riscos de contaminação com agentes químicos, microbiológicos e físicos (CAP, 2015).

A indústria alimentar caracteriza-se por uma elevada taxa de consumo de água por tonelada de produto alimentar (Lehto et al., 2014). Um grande volume é consumido no processamento de produtos, na limpeza, enxaguamento, arrefecimento dos produtos processados e também para limpeza de diferentes superfícies ambientais nas instalações de processamento (Lehto et al., 2014). A título exemplificativo, os fluxogramas das várias fases do processamento de frutas frescas, hortícolas e pequenos frutos, incluindo o respetivo uso de água seguem representados na Fig. 20 (COTHN, sem data).

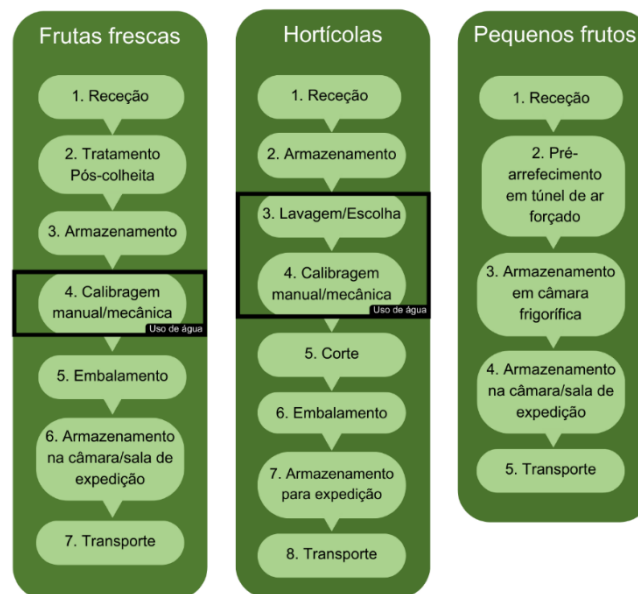


Figura 20. Fluxogramas das várias fases do processamento de frutas frescas, hortícolas e pequenos frutos (Fonte: adaptado de COTHN, sem data).

Dentro do processamento, o uso da água foca-se nas etapas de lavagem e calibragem mecânica, onde a lavagem efetua-se numa zona isolada de forma a eliminar resíduos de terra, insetos e corpos estranhos e em alguns casos, para o arrefecimento dos produtos e evitar a sua desidratação (ex: couves). Na calibragem mecânica, a água pode ser usada para vários propósitos: transporte; ou para retirar o excesso de terra e de outros corpos que possam estar presentes (COTHN, sem data).

A água utilizada para lavar, transportar ou preparar produtos alimentares deve ser de boa qualidade ou tratada com agentes desinfetantes. Este é um método eficiente para controlar os microrganismos que crescem nas superfícies dos equipamentos e para evitar que esses microrganismos se multipliquem (Saron, 1998). Estas operações de

lavagem e saneamento constituem uma das principais preocupações para reduzir o consumo total de água no setor de processamento de produtos frescos (Lehto et al., 2014).

1.6. Relação entre a água e produtividade agrícola

A agricultura, responsável pela maior parte das captações de água a nível mundial, é simultaneamente uma causa e uma vítima da escassez de água. As captações de água aumentaram a um ritmo quase duas vezes superior ao da população no século XX e prevê-se um aumento de 50% na procura de alimentos até 2050, afetando com maior gravidade as regiões com seca e escassez de água (FAO et al., 2023).

A escassez de água e baixa disponibilidade de nutrientes restringem frequentemente o desenvolvimento das culturas e o seu potencial de produção, devido à sensibilidade da maioria das culturas a carências de água e nutrientes em fases cruciais do seu ciclo de crescimento (Ali & Talukder, 2008). Em contrapartida, o uso excessivo de água pode resultar em custos elevados de produção e em poluição do ambiente, através do aumento da lixiviação de fertilizantes (Ali & Talukder, 2008). Nestas condições, devem ser adotadas técnicas de gestão de água mais eficientes. Portanto, a melhor abordagem para os sistemas agrícolas de sequeiro é maximizar o rendimento por unidade de água (produtividade da água), em vez de maximizar o rendimento por unidade de terra (Ali & Talukder, 2008). As capacidades de adaptação na agricultura de sequeiro são principalmente influenciadas pela habilidade de diversas culturas em lidar com variações de temperatura e com os déficits de água no solo (UNESCO, 2020).

A prática da irrigação possibilita a reprogramação e o aprimoramento dos cronogramas de cultivo, representando assim um mecanismo crucial de adaptação para regiões que anteriormente dependiam exclusivamente da chuva (UNESCO, 2020). O regadio também desempenha um papel evidente na autonomia alimentar, gerando considerável riqueza, incentivando a permanência das populações nas zonas rurais, complementando os sistemas agrícolas de sequeiro. Além disso, atua como uma ferramenta essencial na luta contra a desertificação, auxiliando na prevenção de incêndios florestais e contribuindo para a resposta às mudanças climáticas (EDIA, 2021).

Segundo o recenseamento agrícola de 2019, estima-se que uma área de cerca de 626 820 hectares em Portugal seja beneficiada com regadio (EDIA, 2021). A área

efetivamente regada varia anualmente de acordo com as disponibilidades de água, bem como as decisões dos agricultores, e, nesse ano, totalizou 562 255 hectares (pública e privado), correspondendo a cerca de 15% da SAU nacional (EDIA, 2021). Aproximadamente 85% da SAU do país não recebe nenhum tipo de irrigação, dados estes que ressaltam a importância de continuar a fornecer este recurso essencial às áreas carentes, de modo a garantir a viabilidade das atividades económicas sustentáveis em zonas rurais (EDIA, 2021). Existindo uma margem de progressão ao nível dos aumentos de produção agrícola de uma forma sustentável, assente em avanços tecnológicos progressivos, verifica-se uma tendência de transformação de regadios tradicionais em novos regadios modernos, cada vez mais eficientes e associados à garantia interanual de água, ressaltando que, no país, o consumo médio de água por hectare irrigado diminuiu significativamente ao longo das décadas, de 15 000 para 4 000 m³/hectare, valor médio que se mantém atualmente (EDIA, 2021).

Consoante as estatísticas de produção vegetal do portal PORDATA, foi possível a construção dos Gráficos 1, 2 e 3. Os Gráficos 1 e 2, relacionam a produção e produtividade das principais culturas agrícolas⁶ em 2022 e nos anos de 1995 a 2022, respetivamente. O Gráfico 3 representa a produtividade (kg/ha) das principais culturas agrícolas nos anos de 1995 a 2022.

⁶ Cereais para grão – trigo, centeio, aveia, cevada e triticale.

Culturas hortícolas – tomate fresco, alface, feijão-verde, cebola, cenoura, pimento, ervilha, fava, melão, melancia, morango, couve, grelos, alho, courgette, espinafre, nabo, abóbora e outras hortícolas.

Frutos frescos – pera, maçã, pêssego, cereja, ameixa, damasco, dióspiro, figo, ginja, marmelo, nêspera e romã.

Frutos subtropicais - anonas, araçás, caiotas, goiaba, lichia, manga, mamão, maracujá, papaia, coco e kiwi.

Frutos de casca rija - nozes, amêndoas, avelãs, alfarroba.

Leguminosas secas – ervilhas, feijões, grão-de-bico, favas, tremçoços.

Culturas para indústria – tabaco, lúpulo, colza, girassol, soja, plantas aromáticas e cana-de-açúcar.

Culturas forrageiras - culturas destinadas ao corte para dar ao gado e que são colhidas antes de completarem o seu ciclo vegetativo (maturação), de modo a serem mais bem digeridas pelos animais.

Citrinos – laranja, tangerina, limão, tangeria e toranja.

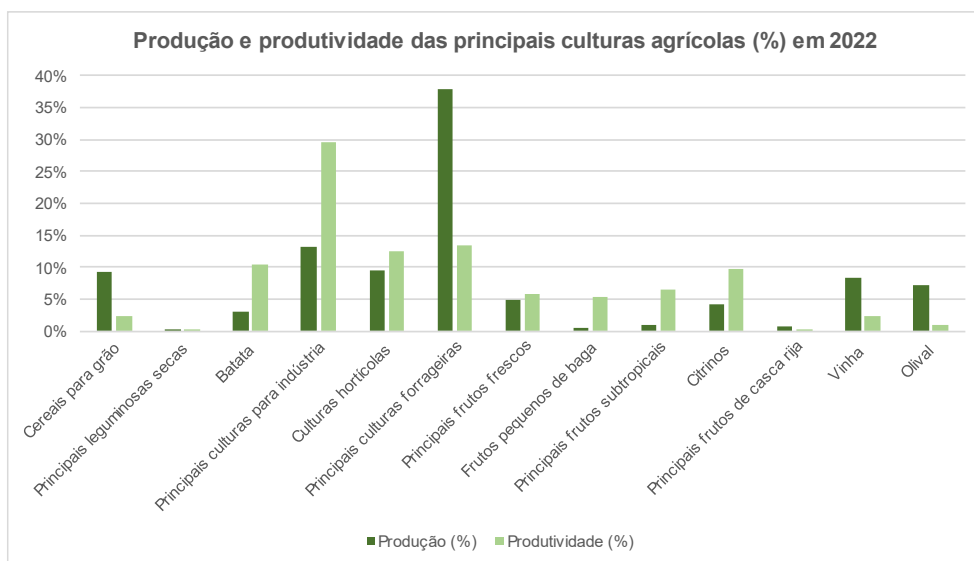


Gráfico 1. Relação entre a produção e produtividade das principais culturas agrícolas (%) em Portugal, no ano 2022 (Fonte: adaptado de PORDATA, 2023a, 2023b).

De acordo com o Gráfico 1, no ano de 2022, a produção de culturas forrageiras foi a principal produção vegetal nacional, responsável por 38% da produção agrícola. Segue-se a produção de culturas para indústria, com 13%, e a produção de hortícolas e cereais para grão, ambas com 9,5% da produção total. Em relação à produtividade, as culturas mais produtivas foram as culturas para indústria (30%), as culturas forrageiras (13%), as hortícolas (13%) e por fim, as batatas (10%). Comparando os dois indicadores, observa-se que há uma disparidade entre a produção e a produtividade nas culturas forrageiras, nos cereais para grão, na vinha e no olival, ou seja, à produção elevada destas culturas corresponde uma produtividade relativamente baixa. Pelo contrário, as culturas para indústria, as batatas, os frutos pequenos de baga, os frutos subtropicais e os citrinos apresentam produtividades elevadas e produções relativamente baixas.

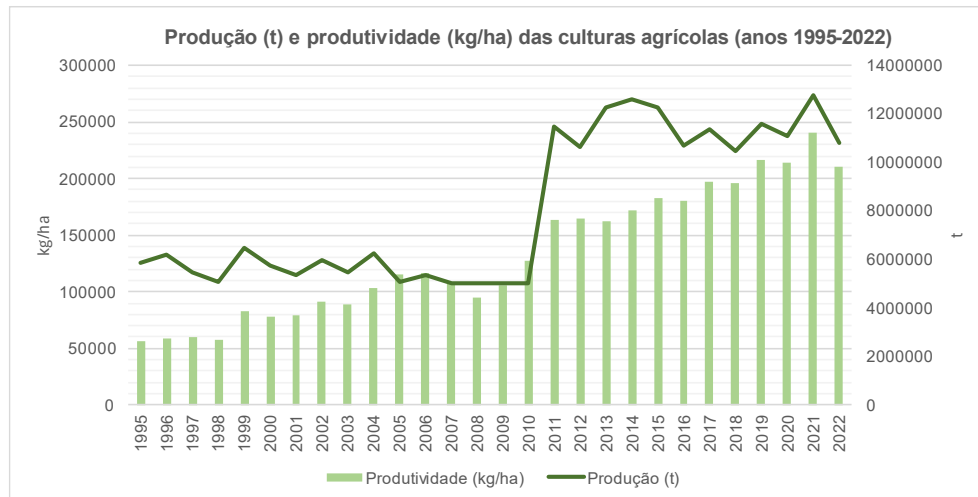


Gráfico 2. Relação entre a produção e produtividade das culturas agrícolas nos anos 1995-2022 (Fonte: adaptado de PORDATA, 2023b, 2023a).

Analisando o Gráfico 2, alusivo à produção e à produtividade das culturas agrícolas nos anos de 1995 a 2022, é de realçar que quer a produção e a produtividade aumentaram, com maior crescimento a partir do ano de 2011, caracterizado pela modernização dos sistemas de regadio, com o aumento da rega localizada, de 2009 a 2019, em 16% (EDIA, 2021). O ano de maior produção e produtividade, foi o ano de 2021, com cerca de 1 277 5148 toneladas e 240 067 kg/ha, respetivamente (PORDATA, 2023a). É possível observar que não há uma correlação entre estes dois fatores, ou seja, a diminuição da produção não implica a diminuição da produtividade. Por exemplo, nos anos caracterizados por episódios de seca (2004/2005, 2011/2012, 2017/2018) há uma diminuição brusca na produção, mas a produtividade não é afetada.

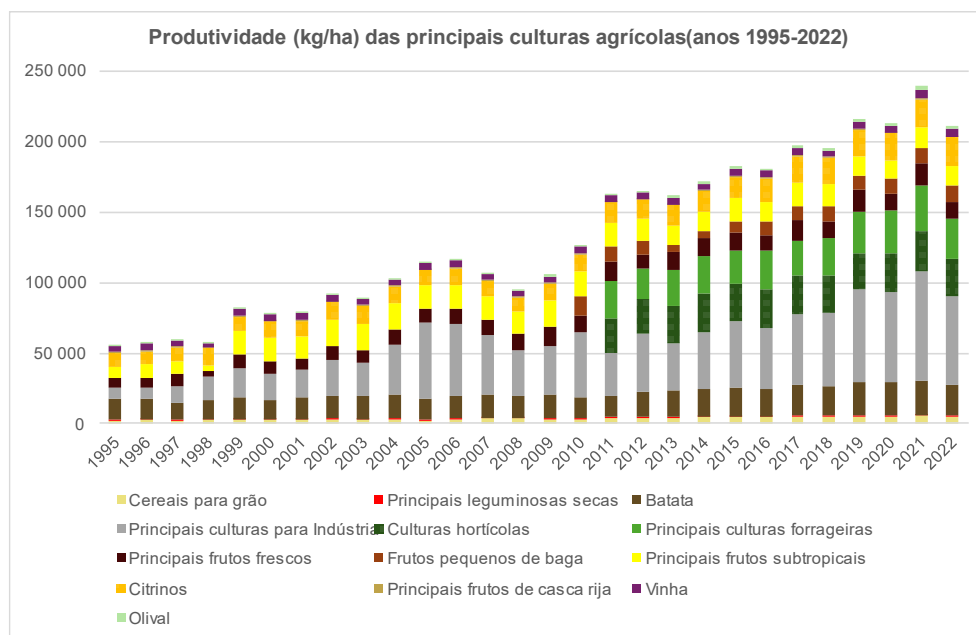


Gráfico 3. Produtividade (kg/ha) das principais culturas agrícolas nos anos 1995-2022 (Fonte: adaptado de PORDATA, 2023).

Examinando o Gráfico 3, referente à produtividade das principais culturas agrícolas nos anos de 1995 a 2022, as culturas com maior produtividade desde o ano de 2011, são as culturas para indústria, culturas forrageiras, hortícolas, batatas e citrinos. Pelo contrário, as culturas menos produtivas são os frutos de casca rija, as leguminosas secas, o olival e a vinha.

Para associar a produtividade e a produção com a água, foi considerada a percentagem da pegada hídrica média de cada cultura agrícola, calculada através da média das pegadas hídricas dos produtos de cada cultura, obtidas em Hoekstra, 2008; Mekonnen & Hoekstra, 2011b, 2012 (disponíveis no Anexo A). Para efeitos comparativos, utilizaram-se os valores percentuais da produtividade e produção das culturas agrícolas no ano de 2022 (apresentados anteriormente), assim como o valor da pegada hídrica média (%) tendo em conta a produção (multiplicou-se a pegada hídrica média de cada cultura pela sua respetiva produção), elaborando assim o Gráfico 4.

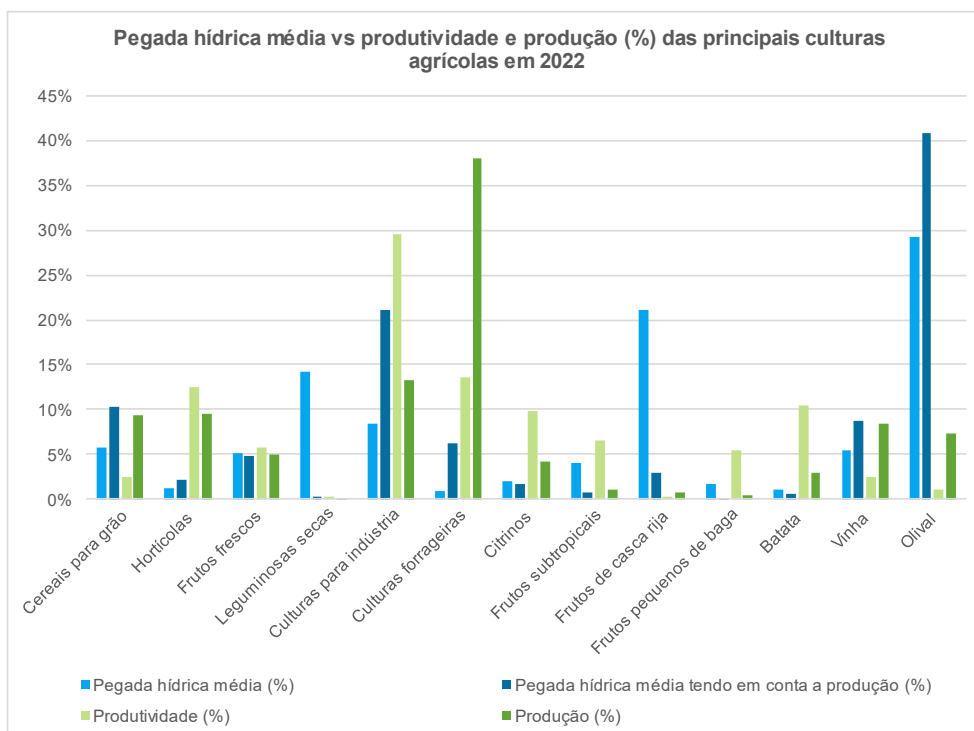


Gráfico 4. Pegada hídrica média vs. produtividade e produção (%) das principais culturas agrícolas em 2022 (Fonte: adaptado de Hoekstra, 2008; Mekonnen & Hoekstra, 2011b, 2012; PORDATA, 2023a, 2023b).

As culturas com maiores pegadas hídricas médias são: o olival (29%), seguido dos frutos de casca rija (21%), e leguminosas secas (14%). Os valores alteram-se quando se multiplica a pegada hídrica pela produção: 41% olival, 21% indústria, 10% cereais para grão, continuando o olival com maior pegada hídrica. As culturas com maiores pegadas hídricas médias, são as culturas com as produtividades mais baixas e vice-versa, fortalecendo a dependência da produtividade com a água. Com produções semelhantes, os cereais para grão têm ambas as pegadas hídricas superiores às das hortícolas, e produtividade inferior, acontecendo o mesmo entre o olival e a vinha.

As culturas forrageiras, as hortícolas, as batatas e os citrinos são as culturas mais eficientes no uso de água, pois são as culturas com menores pegadas hídricas (mesmo tendo em conta a sua produção) e com maiores produtividades, no lado oposto, o olival, a vinha, os cereais para grão e as leguminosas secas, são as menos eficientes. É importante ressaltar que a eficiência no uso de água varia de acordo com vários fatores exteriores ao tipo de cultura, como da prática de cultivo, das condições climáticas e do tipo de solo. Além disso o uso da rega localizada e a boa gestão deste recurso, possibilita margem de melhoria da eficiência hídrica para todo o tipo de culturas.

Abordando a problemática da seca e escassez e possíveis culturas atingidas, na Fig. 21, estão representadas as principais culturas nas diferentes regiões de Portugal Continental em 2019 e os cenários de precipitação anual para o período 2071-2100.

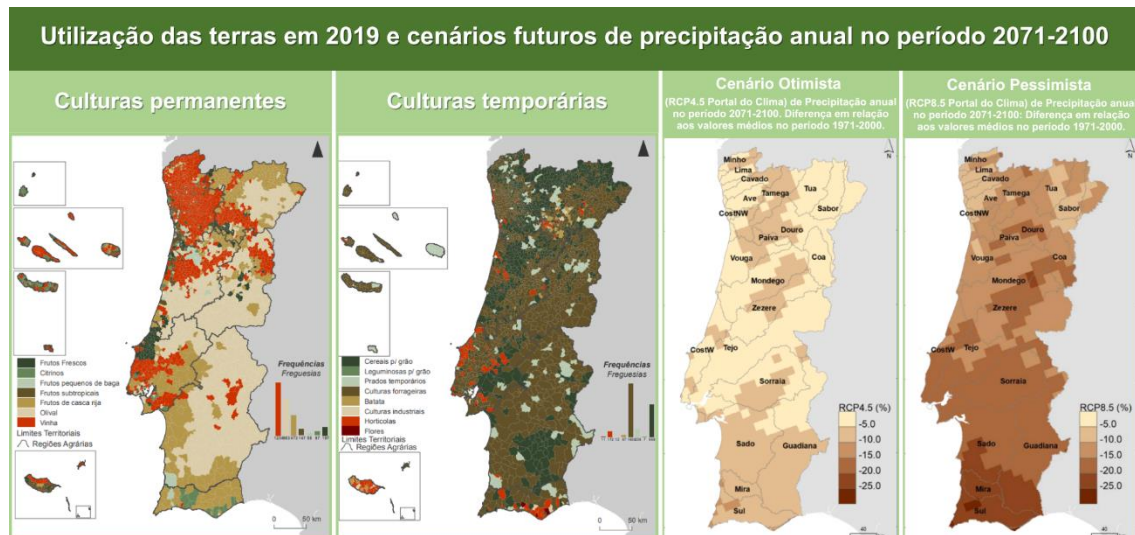


Figura 21. Utilização das terras em 2019 e cenários futuros de precipitação anual no período 2071-2100 (Fonte: adaptado de INE, 2021; IPMA, 2020).

No cenário otimista (RCP 4.5), as regiões do Sul (Alentejo e Algarve) e interior do Norte e Centro, são as mais afetadas com reduções na precipitação anual de 10% a 15%, onde há predominância de vinha, frutos de casca rija, olival, citrinos, culturas forrageiras e cereais para grão. No cenário pessimista (RCP 8.5), Portugal inteiro é afetado com no mínimo reduções na precipitação anual de 10%, com certas regiões acima dos 25%. No Norte, o interior tem reduções de precipitação de 15%, onde predominam os cereais para grão, as culturas forrageiras, a batata, vinha e frutos de casca rija. O Centro é todo abrangido por reduções de 15%, com maior valor (15-20%) no seu interior, na qual prevalecem as culturas forrageiras, vinha e olival. Em toda a região de Lisboa e grande parte do Alentejo, há reduções de 20%, abrangendo os cereais para grão, as culturas forrageiras, as hortícolas, o olival, a vinha e os frutos de casca rija. O Algarve e o baixo Alentejo são as regiões com maiores percentagens (maior ou igual que 25%), caracterizadas pelas culturas forrageiras, cereais para grão, hortícolas, frutos de casca rija, citrinos e frutos pequenos de baga.

Em ambos os cenários, as culturas predominantes nas zonas de maior redução da precipitação anual são: as culturas forrageiras, os cereais para grão, os frutos de casca rija, o olival e a vinha. Cruzando estes dados com os do Gráfico 4, é notável que a redução da precipitação terá um maior impacte nas culturas com maior pegada hídrica, ou seja, nos cereais para grão, nos frutos de casca rija, no olival e na vinha, sendo que

pela pegada hídrica reduzida que constituem, as culturas forrageiras não serão tão impactadas quanto as referidas acima. É de frisar que segundo os dois cenários, todas as culturas serão impactadas pela redução de precipitação, diferindo apenas no nível de impacte. Medidas de adaptação, como o uso de práticas agrícolas sustentáveis, sistemas de irrigação eficientes e o aumento de culturas resistentes à seca, contribuirão estrategicamente para a mitigação dos efeitos negativos causados pela futura redução de precipitação em Portugal.

1.7. Implementação de uma Agricultura Sustentável: estratégias e objetivos

1.7.1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor a resolução da Organização das Nações Unidas (ONU) denominada “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável”, constituída por 17 objetivos, desdobrados em 169 metas, aprovada pelos líderes mundiais, a 25 de setembro de 2015 (ONU, 2018). Trata-se de uma agenda abrangente e ambiciosa que aborda vários aspetos do desenvolvimento sustentável (social, económico e ambiental) e promove a paz e a justiça com o objetivo de atender às necessidades das pessoas, tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (ONU, 2018). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem uma oportunidade única e necessária para apoiar um crescimento sustentável, regenerativo e inclusivo. Sem eles, enfrentar a emergência climática, a perda acelerada de biodiversidade e desigualdades e assimetrias sociais será impossível (BCSD, 2022).

Relacionado com a temática da agricultura e da água, dentro do ODS 6 “Água Potável e Saneamento” destacam-se os pontos 6.3 e 6.4. O ponto 6.3 centra-se na melhoria da qualidade da água, na redução da poluição e no aumento substancial da reciclagem e reutilização de água à escala global (BCSD, 2022). Integrado no tópico 6.4, está o aumento da eficiência no uso da água em todos os setores, assegurando extrações sustentáveis para enfrentar a escassez de água (BCSD, 2022). Esta temática está claramente relacionada com o ODS 2 “Erradicar a Fome”, com o objetivo de alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição, e promover a agricultura sustentável (Liu et al., 2022). Além disso, o ODS 6 partilha várias metas não só com o ODS 2, mas também com o ODS 3 “Saúde e bem-estar”, o ODS 12 “Produção e consumo responsáveis”, o ODS 13 “Ação climática” e o ODS 15 “Vida na terra” (Liu et al., 2022).

1.7.2. Estratégia do Prado ao Prato

A Estratégia do Prado ao Prato, foi apresentada pela Comissão Europeia, em maio de 2020, no âmbito do Pacto Ecológico Europeu, contribuindo para o seu cumprimento e tendo como mudar o sistema alimentar atual da União Europeia para um modelo mais sustentável objetivo de converter pelo menos 25 % das terras agrícolas da UE em agricultura biológica até 2030. Os atuais Programas de Desenvolvimento Rural da UE, bem como as intervenções programadas no Plano Estratégico da Política Agrícola Comum em Portugal (PEPAC 2023-2027) contribuem para o alcance destes objetivos, estes últimos com indicadores de resultado do apoio dado a práticas agrícolas sustentáveis, nomeadamente à agricultura biológica (em área e número de projetos) (REA, 2023).

Em 2020, a totalidade de área agrícola em Modo de Produção Biológico (MPB) (área totalmente convertida e em conversão) foi de 319 540 hectares, ou 8,05% da SAU (Figura 22). Este valor é ligeiramente menor do que à correspondente média da EU-27 (9,08%) (REA, 2023). A área agrícola em MPB (Figura 23), desde 1994, aumentou significativamente, com “prados e pastagens permanentes” aumentando gradualmente, representando 61% da área total.

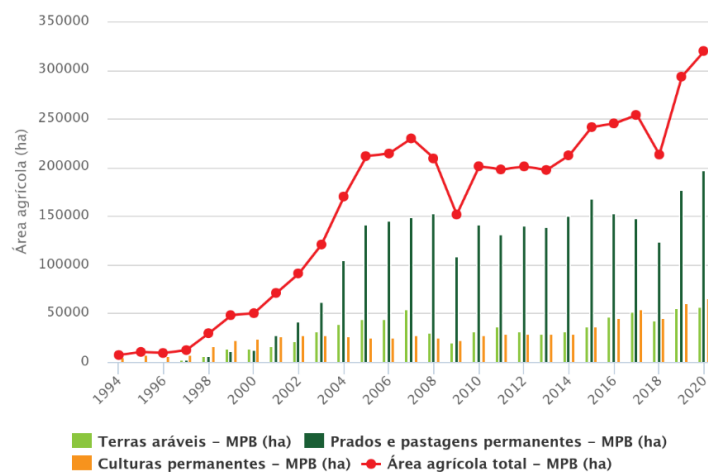


Figura 22. Evolução da área agrícola em Modo de Produção Biológico (MPB) em Portugal (Fonte: REA, 2023).

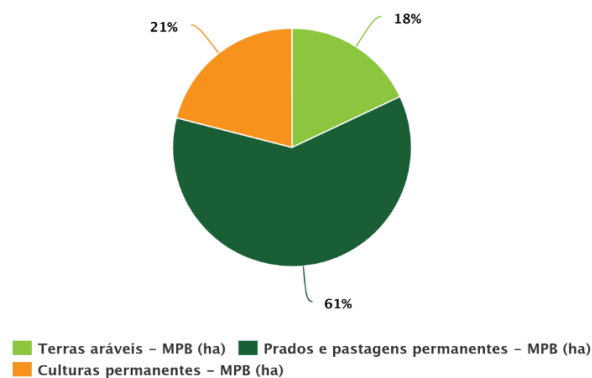


Figura 23. Distribuição do Modo de Produção Biológico (MPB) por grupos de culturas em Portugal, no ano 2020 (Fonte: REA, 2023).

1.7.3. Plano Estratégico da Política Agrícola Comum em Portugal

O Plano Estratégico da Política Agrícola Comum (PEPAC) para Portugal no período 2023-2027 integra as medidas de apoio para se alcançarem os objetivos específicos da União Europeia para a Política Agrícola Comum (PAC) (GPP, 2018b), com a atribuição dos Fundos da União Europeia: Fundo Europeu Agrícola de Garantia (FEAGA) e Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER), sob a forma de pagamentos diretos, para fornecer apoios aos setores de produtos hortícolas, apicultura e vitivinicultura, bem como instrumentos para o desenvolvimento rural (GPP, 2023). A visão que orienta o PEPAC e serve de base para a Lógica de Intervenção subjacente é “uma gestão ativa de todo o território baseada numa produção agrícola e florestal inovadora e sustentável” (GPP, 2023). A Lógica de Intervenção baseia-se no princípio de uma “gestão ativa” do território, centrada no principal ativo dos agricultores e produtores florestais, o solo, e a sua relação com os restantes recursos naturais, de modo a garantir a resiliência e a vitalidade das zonas rurais (GPP, 2023).

Como resultado, o Regulamento (UE) 2021/2115 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 2 de dezembro, estabeleceu três objetivos gerais para o PEPAC, relativos à garantia de abastecimento alimentar, à contribuição para a prossecução dos objetivos ambientais e climáticos da UE, com particular relevo para o Pacto Ecológico Europeu, e ao desenvolvimento socioeconómico dos territórios rurais (GPP, 2023). Estes objetivos gerais para a construção do PEPAC foram divididos em nove objetivos específicos, representados na Tabela 9, cada um dos quais tem várias e significativas relações de causalidade e interdependência (GPP, 2023).

Tabela 9. Objetivos estratégicos do PEPAC para Portugal (Fonte: adaptado de GPP, 2018).

Objetivos estratégicos	
Objetivo transversal	Modernizar o setor promovendo e partilhando conhecimento, inovação e digitalização.
Objetivo específico 1	Fortalecer a segurança alimentar aumentando os rendimentos e a resiliência das explorações agrícolas viáveis em toda a União.
Objetivo específico 2	Enfatizar a orientação do mercado e a competitividade, com enfoque na investigação, tecnologia e digitalização.
Objetivo específico 3	Melhorar a posição dos agricultores na cadeia de valor.
Objetivo específico 4	Contribuição para uma energia sustentável, adaptando-se às alterações climáticas e atenuando os seus efeitos.
Objetivo específico 5	Gestão eficiente de recursos naturais como a água, solos e ar, promovendo o desenvolvimento sustentável.
Objetivo específico 6	Contribuir para a proteção da biodiversidade, melhorar os serviços associados aos ecossistemas e preservar os habitats e as paisagens.
Objetivo específico 7	Atrair jovens agricultores e apoiar o crescimento de empresas em zonas rurais.
Objetivo específico 8	Promover o emprego, o crescimento, a igualdade de género, a inclusão social e o desenvolvimento local nas zonas rurais, nomeadamente a bioeconomia e a silvicultura sustentável.
Objetivo específico 9	Melhorar a resposta da agricultura europeia às exigências da sociedade em relação à saúde e alimentação, principalmente no que diz respeito ao fornecimento de alimentos seguros, nutritivos e sustentáveis, bem como aos resíduos alimentares e ao bem-estar dos animais.

Dentro do objetivo específico 5, o PEPAC exige a adoção de práticas de produção sustentáveis por parte dos agricultores. Uma verba de mais de 830 milhões de euros está disponível para agricultores que se comprometam a implementar medidas mais avançadas, como o sequestro de carbono, o uso de fertilizantes orgânicos, a prática da agricultura biológica e produção integrada (Comissão Europeia, sem data). A fim de contribuir para as metas do Pacto Ecológico Europeu, está previsto que 19% da área agrícola será cultivada de forma biológica até 2030. Serão incentivadas práticas que visam aprimorar os solos, melhorar a qualidade das pastagens e proteção contra incêndios, em resposta às mudanças climáticas (Comissão Europeia, sem data). A gestão da água, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, desempenha um papel crucial no âmbito da PEPAC, onde será concedido um apoio para a renovação de infraestruturas e equipamentos antigos utilizados em sistemas de irrigação coletivos e nas explorações agrícolas, o que aumentará para 4,5% a área agrícola que recebe assistência para melhorar a eficiência da utilização da água (Comissão Europeia, sem data).

1.8. Objetivos do estágio

A Ecoinside é uma empresa especializada em soluções de ecoeficiência e sustentabilidade que disponibiliza uma variedade de serviços nas áreas de energias renováveis, eficiência energética, gestão de energia, mobilidade elétrica, agricultura sustentável e sustentabilidade (Ecoinside, 2024). Tem como missão desenvolver soluções e tecnologias inovadoras que fomentem o crescimento das empresas e das cidades, de forma a contribuir para a descarbonização da economia, transição energética e para a mitigação das alterações climáticas (Ecoinside, 2024).

No ano de 2018, em parceria com o grupo Jerónimo Martins e a Escola Superior Agrária de Coimbra, a Ecoinside lançou o “Manual de Agricultura Sustentável”, uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade das práticas agrícolas de fornecedores de produtos hortofrutícolas, impulsionando assim o crescimento da empresa na área de agricultura sustentável. Procurando construir novas metodologias de produção agrícola, mais especificamente para os recursos hídricos, surgiu este trabalho, que teve como principais objetivos:

- Acompanhamento dos trabalhos a decorrer na empresa no âmbito da agricultura sustentável, relatórios de sustentabilidade e cálculo de pegada de carbono;
- Desenvolvimento de um sistema agregado de avaliação de todos os elementos relacionados com a água numa exploração agrícola, por cada região hidrográfica de Portugal continental, englobando quatro domínios principais: Rega; Lavagem de equipamentos e preparação de caldas; Lavagem e preparação de produtos alimentares; Estratégias e sensibilização para a gestão de água.

A sua implementação realizou-se através das seguintes etapas:

1. Revisão bibliográfica e documental alusivo ao uso da água em Portugal e no estrangeiro, nomeadamente na agricultura;
2. Diagnóstico (entrevista) de um conjunto de produtores agrícolas em termos de métodos implementados de monitorização, distribuição e armazenamento de água nas explorações agrícolas;
3. Desenvolvimento de um sistema agregado de avaliação e implementação de medidas para um uso mais eficiente da água;
4. Adequação e validação do sistema de avaliação;
5. Elaboração do relatório de estágio.

1.9. Organização e estrutura do relatório

O presente relatório de estágio é composto por 4 capítulos.

No primeiro capítulo é realizada uma introdução ao tema, contextualizando a problemática da agricultura e a água, onde são exploradas as percentagens de utilização de água em cada setor, conflitos relacionados ao uso e gestão de água e de como as mudanças climáticas afetam os recursos hídricos. São diferenciados os termos “seca” e “escassez” de água, mencionadas as suas causas (climáticas, demográficas, económicas), descrevendo a situação e abordagens de gestão deste recurso em Portugal. É realizada uma introdução à agricultura, referindo a influência deste setor na utilização de água, uma descrição detalhada de cada tipo de agricultura, diferentes usos de água neste setor, os sistemas de rega existentes, os métodos de lavagem/preparação quer de equipamentos quer de produtos alimentares, a relação entre a água e a produtividade agrícola, finalizando com estratégias para a implementação de uma Agricultura Sustentável: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Estratégia do Prado ao Prato e Plano Estratégico da Política Agrícola Comum em Portugal. Ainda neste capítulo, encontram-se os objetivos do estágio e a estrutura do relatório, respetivamente. É feita a contextualização da empresa, justificado o tema selecionado e os passos implementados no decorrer do estágio.

O segundo capítulo, descreve a abordagem metodológica utilizada para desenvolver o sistema de avaliação e as suas cinco fases constituintes, desde as primeiras entrevistas de diagnóstico realizadas aos produtores agrícolas até à obtenção de níveis de eficiência hídrica para cada exploração.

No terceiro capítulo são expostos os resultados, ou seja, os níveis de eficiência hídrica para cada exploração por região hidrográfica, é feita uma análise por domínios e por critérios de avaliação. Ainda neste capítulo é retratado o feedback dos produtores agrícolas em relação aos resultados e ações de melhoria.

No quarto e último capítulo são apresentadas as conclusões finais deste trabalho, reforçando que a implementação de um sistema agregado de avaliação para o uso eficiente de água na agricultura é crucial para enfrentar os desafios contemporâneos de escassez de água, sustentabilidade ambiental, adaptação às mudanças climáticas e segurança alimentar.

2. Metodologia

A metodologia concebida para o projeto foi baseada numa abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos e é constituída por cinco fases (Fig. 24). Na fase I foram efetuadas entrevistas a oito produtores agrícolas de âmbito nacional, com o objetivo de compreender a forma como usam e gerem a água nas suas explorações. Os testemunhos recolhidos foram analisados (fase II), e serviram de base para a construção dos critérios de avaliação relativos a quatro domínios do uso da água nas explorações (fase III). Através de um questionário preenchido pelos produtores, obtiveram-se os níveis de eficiência hídrica para cada exploração e posteriormente foram validados através de uma segunda ronda de entrevistas com os produtores (fase IV), com possíveis ajustes finais (fase V). As fases IV (validação dos critérios de avaliação) e V (ajustes finais), como correspondem a fases finais da análise e incluem as respostas dos agricultores, serão mencionadas no capítulo “Resultados”.

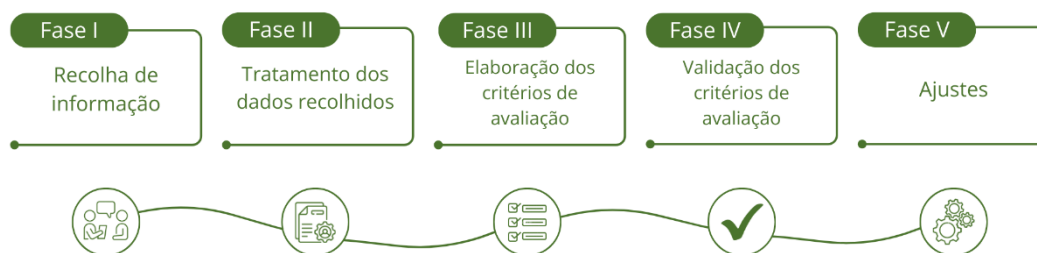


Figura 24. Fases da metodologia (Fonte: Eva Leite).

2.1. Fase I: Recolha de informação

Como referido acima, realizou-se uma primeira entrevista (online) na plataforma *Teams*, com duração média de trinta minutos cada, aos produtores agrícolas nas datas representadas na Tabela 10, com o intuito de efetuar um diagnóstico às explorações e obter informações de apoio à construção dos critérios de avaliação. Dado que Portugal continental constitui uma assimetria regional em termos de escassez hídrica, foi selecionado um produtor por cada região hidrográfica (Fig. 25), totalizando oito, garantindo uma maior distribuição geográfica, compreendendo as diferentes realidades do país.

Tabela 10. Datas das primeiras entrevistas aos produtores agrícolas por região hidrográfica (Fonte: Eva Leite).

Data	Região Hidrográfica
29/02/2024	RH1
29/02/2024	RH7
29/02/2024	RH8
07/03/2024	RH3
07/03/2024	RH2
08/03/2024	RH6
03/04/2024	RH5
16/04/2024	RH4

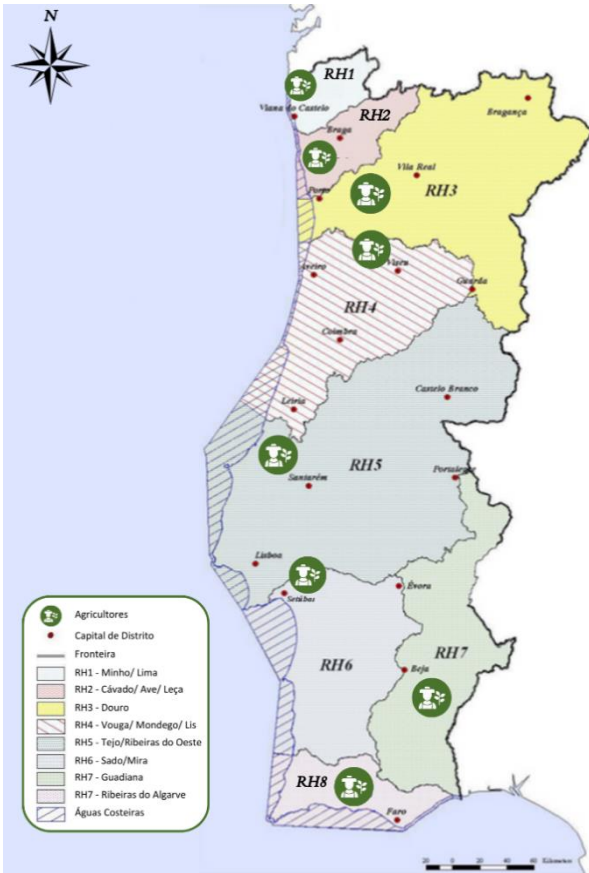


Figura 25. Regiões hidrográficas e distribuição geográfica dos produtores entrevistados (Fonte: adaptado de Instituto da Água, 2005).

Para realizar a recolha de informação, dividiram-se as questões em duas categorias principais: caracterização da exploração (ou explorações) e gestão da água pelos produtores agrícolas. Com o apoio do software Excel, elaboraram-se duas tabelas (uma para cada categoria), apresentadas no Anexo B, com as respostas compiladas das entrevistas a fim de caracterizar as explorações, perceber de que forma a água era

utilizada nos diferentes processos, a sua origem e compreender quais as maiores dificuldades na sua gestão.

2.2. Fase II: Tratamento dos dados recolhidos

Após o período de entrevistas, procedeu-se à análise das respostas obtidas das tabelas do Anexo B, e posteriormente foram sintetizadas na Tabela 11. Para interpretar os dados, foram selecionadas as principais respostas para uma avaliação estatística, de modo a identificar possíveis padrões e tendências no uso e gestão da água, servindo como orientação para a elaboração dos critérios de avaliação. As estatísticas foram agrupadas em duas figuras (**Figura 26** e **Figura 27**) e estão representadas em valor percentual seguidas do número de produtores agrícolas (total de 8 produtores).

Tabela 11. Principais respostas obtidas na primeira entrevista por região hidrográfica (Fonte: Eva Leite).

RH	Dimensão	Área (ha)	Culturas produzidas	Certificações	Origem da água de rega	Captação e armazenamento das águas pluviais	Tipo de rega	Sistemas de monitorização da necessidade da rega	Contadores de água de rega	Conhecimento de estratégias/objetivos
RH1	Sociedade limitada	10	Floricultura	Nenhuma	Reservatórios ; Furo artesiano; Poços	Sim	Gota-a-gota	Não	Sim	Não
RH2	Organização de produtores	150	Hortícolas (espargos); Kiwi; Mirtilo	GlobalG.A.P.; GRASP; Produção integrada e Biológica	Poços e Furos	Sim	Gota-a-gota	Sim	Sim	Sim
RH3	PME	7,5	Hortícolas (Cebola e Nabo); Batata normal e doce	Biológica e IFS Food	Poço	Não	Gota-a-gota	Não	Não	Não
RH4	Organização de produtores	750 a 780	Kiwi; Maracujá; Limão	GlobalG.A.P.; GRASP e Produção integrada	Poços e Furos	Sim	Microaspersão	Não	Sim	Não
RH5	PME	5	Floricultura (Coroas Imperiais)	Nenhuma	Furo	Não	Gota-a-gota	Sim	Sim	Sim
RH6	PME	90	Hortícolas (Cebola e Nabo); Batata	GlobalG.A.P. e GRASP	Furos	Não	Aspersão	Sim	Sim	Sim
RH7	PME	40	Vinha (Uvas de mesa)	GlobalG.A.P.; GRASP; SMETA; BRCS e SPRING	Regadio coletivo	Não	Gota-a-gota	Sim	Sim	Sim
RH8	PME	320 a 340	Citrinos (Laranjas, Tangerina e Clementina)	GlobalG.A.P. e Produção integrada	Furos e Regadio coletivo	Não	Gota-a-gota	Sim	Sim	Não

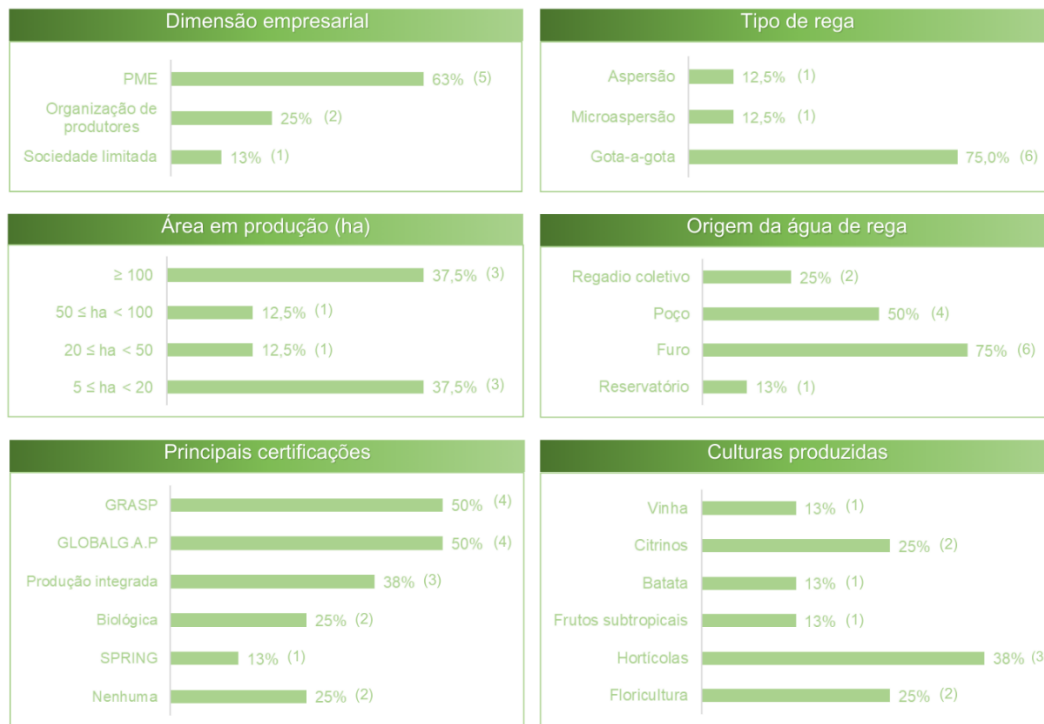


Figura 26. Principais estatísticas obtidas – caracterização das explorações (Fonte: Eva Leite).

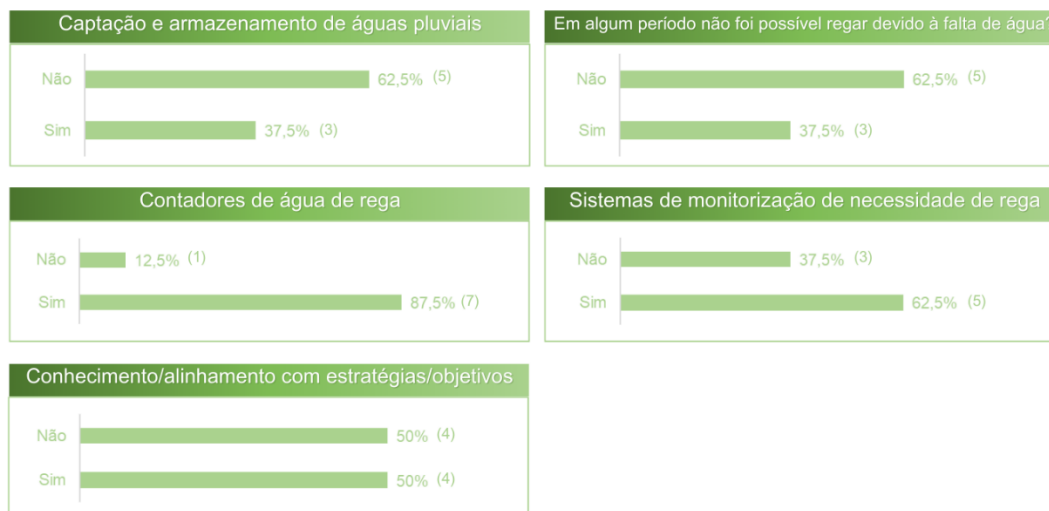


Figura 27. Principais estatísticas obtidas – gestão de água (Fonte: Eva Leite).

De acordo com a **Figura 26**, a maioria dos produtores agrícolas entrevistados (cinco) pertencem a Pequenas e Médias Empresas (PME), com dois em organizações de produtores, e apenas um a fazer parte de uma sociedade limitada. A área de produção das explorações variou entre os 5 e 780 hectares, no qual a maioria se encontra igualmente distribuída nas categorias "5 a 20 hectares" e "maior ou igual que 100 hectares". As culturas predominantes são horticultura, floricultura e citrinos. No

geral, cada produtor possui uma ou mais certificações, exceto dois, que não têm nenhuma. As certificações GLOBALG.A.P.⁷ e GRASP⁸ são as mais comuns (com 50% do total) e apenas um agricultor está certificado com a gestão sustentável da água (SPRING⁹). Os poços e os furos são as fontes mais frequentes de água de rega (50% e 75% respetivamente), sendo que por motivos de salvaguarda, existem produtores com mais do que uma. O tipo de rega predominante é a localizada, onde 75% (seis) possuem gota-a-gota e 12,5% (um) microaspersão. Apenas um produtor utiliza rega por aspersão, e nenhum pratica rega de superfície.

Conforme a Fig. 27, todos os produtores, à exceção de um, têm contadores de água de rega nas suas explorações. Do total, 62,5%, ou seja cinco produtores, dispõem de sistemas de monitorização de necessidade de rega, porém a mesma percentagem não realiza captação nem armazenamento das águas pluviais, e afirma que não houve nenhum período em que não tenha sido possível regar devido à falta de água.

As informações obtidas nas entrevistas e as estatísticas efetuadas, forneceram perceções fulcrais que serviram de apoio à fase III “elaboração dos critérios de avaliação”.

2.3. Fase III: Elaboração dos critérios de avaliação

No processo de elaboração dos critérios de avaliação, com base nas respostas obtidas na fase I sobre os principais processos com uso de água nas explorações agrícolas Anexo B e na bibliografia mencionada na secção 1.5., os critérios de avaliação foram distribuídos entre quatro domínios abrangentes:

- Rega;
- Lavagem de equipamentos e preparação de caldas;
- Lavagem e preparação de produtos alimentares;
- Estratégias e sensibilização para a gestão de água.

Representados na **Figura 28**, os domínios – Rega; Lavagem de equipamentos e preparação de caldas; Lavagem e preparação de produtos alimentares e Estratégias e

⁷ GLOBALG.A.P. – Certificação de boas práticas agrícolas relacionada com a distribuição de produtos alimentares seguros, produzidos de forma sustentável com respeito pelo meio ambiente e pelo bem-estar dos trabalhadores e dos animais.

⁸ GRASP – Módulo adicional da GLOBALG.A.P., relativo às práticas sociais nas explorações agrícolas, nomeadamente, condições contratuais, legislação laboral e saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores.

⁹ SPRING – Módulo adicional da GLOBALG.A.P., incorporando um conjunto de critérios para avaliar a gestão sustentável da água na exploração agrícola, incluindo a monitorização do consumo de água e a sua proteção.

sensibilização para a gestão de água – são constituídos por dez, nove, oito e cinco critérios respetivamente, correspondendo no total a trinta e dois critérios.

 Rega	 Lavagem de equipamentos e preparação de caldas	 Lavagem e preparação de produtos alimentares	 Estratégias e sensibilização para a gestão de água
1. Tipo de rega	1. Origem da água	1. Origem da água	1. Conhecimento/alinhamento com estratégias/programas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Prado ao Prato e PEPAC 23-27)
2. Origem da água de rega	2. Método de lavagem de máquinas/veículos agrícolas	2. Tratamento de águas residuais	2. Certificação SPRING
3. Fonte da energia que alimenta o sistema de bombagem de rega	3. Tratamento de efluentes fitofarmacêuticos	3. Lavagem de caixas de transporte	3. Estratégias para a gestão de água
4. Sistemas de monitorização de necessidade de rega	4. Local de lavagem de equipamentos e preparação de caldas	4. Armazenamento e refrigeração	4. Responsabilidade social da empresa/organização
5. Contadores de água de rega	5. Lavagem de EPI (Botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara)	5. Processamento de alimentos	5. Tecnologia e inovação
6. Registo da quantidade de água de rega utilizada	6. Lavagem de EPI (Fato de proteção)	6. Lavagem de produtos alimentares	
7. Captação e armazenamento de águas pluviais	7. Balneários	7. Contadores	
8. Utilização da água captada/armazenada	8. Contadores	8. Registo da quantidade de água utilizada	
9. Tipo de agricultura	9. Registo da quantidade de água utilizada		
10. Natureza e modo de aplicação de fertilizantes			

Figura 28. Domínios e respetivos critérios de avaliação (Fonte: Eva Leite).

Numa perspetiva de racionalizar a utilização da água assegurando a sua qualidade e sustentabilidade, para cada critério de avaliação, foram definidas entre três e cinco práticas agrícolas, cada uma associada a um índice (Figura 29). Este índice apresenta valores de 1 a 5, referentes à eficiência hídrica e/ou sustentabilidade, ou seja, existem critérios não associados diretamente a eficiência hídrica, mas sim à utilização sustentável dos recursos e prevenção da sua poluição. A proximidade ao valor máximo (5), corresponde uma maior eficiência hídrica e/ou sustentabilidade; quanto menor o valor, menor a eficiência e/ou sustentabilidade nesse critério.

Critério 1: Tipo de rega	Índice
Gota-a-gota	5
Microaspersão	4
Aspersão (rampas rotativas ou rampas fixas)	3
Canhão de rega	2
Por alagamento	1

Figura 29. Exemplo de critério de avaliação de eficiência hídrica e respetivos índices (Fonte: Eva Leite).

Nas seguintes subsecções estão demonstrados todos os critérios por domínio e os índices correspondentes.

2.3.1. Domínio – Rega

Na Figura 30, encontram-se representados os critérios de avaliação e os índices considerados neste domínio. Como referido anteriormente, este domínio é constituído por dez critérios de avaliação:

1. Tipo de rega;
2. Origem da água de rega;
3. Fonte de energia que alimenta o sistema de bombagem de rega;
4. Sistemas de monitorização de necessidade de rega;
5. Contadores de água de rega;
6. Registo da quantidade de água de rega utilizada;
7. Captação e armazenamento de águas pluviais;
8. Utilização da água captada/armazenada;
9. Tipo de agricultura;
10. Natureza e modo de aplicação de fertilizantes.

Relativamente ao **tipo de rega**, os índices estabelecidos tiveram como referência a tabela dos valores indicativos das eficiências dos tipos de rega (Tabela 7), onde a rega gota-a-gota constitui a máxima eficiência, seguida de microaspersão, aspersão (igual para rampas fixas e rotativas), canhão de rega e no final o alagamento, onde o desperdício de água é mais elevado.

No caso da **origem da água de rega**, o uso de origens alternativas, como as charcas, águas pluviais e o reaproveitamento de efluentes, permite reincorporar estas águas no sistema produtivo, maximizando a vida útil deste recurso sem que seja necessário o uso de água para o consumo humano direto (DGADR, 2022), representa o índice máximo de 5 valores. À junção de utilização de poços/furos e águas armazenadas é atribuído o índice intermédio de 3 valores e o uso de água de consumo humano (rede pública) equivale ao índice mínimo de 1 valor.

Na **fonte de energia que alimenta o sistema de bombagem da rega**, devido à sua capacidade de reduzir os GEE e a pressão sobre os recursos agrícolas, uma das alternativas mais recomendadas é o uso de energias renováveis (DGADR, 2022). Ao uso de energias não renováveis é atribuído o índice mínimo de 1 valor, consoante a

razão energia renovável/não renovável a pontuação varia, sendo pontuado com 5 valores o produtor que não necessitar de nenhum sistema de bombagem.

Dentro dos **sistemas de monitorização de necessidade de rega**, existe tecnologia que permite avaliar as necessidades hídricas das plantas em tempo real, com base nas previsões meteorológicas da região, acompanhando as imagens registadas por visão computacional (Gulbenkian, 2020). Uma prática de precisão que se faz através do uso de sondas, estações meteorológicas, satélites e programas de gestão remotos (Gulbenkian, 2020). O uso de imagens de satélite permite a monitorização da saúde das culturas, mitigação de pragas, estimativa de rendimento de culturas e a gestão sustentável de água de irrigação através da medição do nível de stress hídrico, fornecendo informações precisas em grandes áreas com elevada frequência (Negula et al., 2017; União Europeia, 2020). As sondas do tipo TDR¹⁰ e FDR/Capacitivas¹¹ e os tensiómetros¹² são equipamentos utilizados por regantes do tipo A e B+¹³, medindo o teor de humidade e potencial de água no solo, respetivamente (DGADR, 2023). Aos produtores que possuem a tecnologia mais avançada (imagens de satélite) é atribuído o índice máximo de 5 valores, as medições diretas no solo através de sondas e tensiómetros são pontuadas com 4 e 3 valores, respetivamente. A medição indireta consoante as estações meteorológicas corresponde a 2 valores, e por fim, a ausência de qualquer tipo de sistema ou apenas a análise visual representa o índice mínimo de 1 valor.

Os **contadores de água** fornecem medições exatas do volume de água utilizado, o que permite um controlo detalhado do seu consumo. O uso de contadores em todas as fontes de água de rega, torna ainda mais detalhada e precisa a visão do consumo de água em toda a exploração, assegurando a sua utilização de forma otimizada. A esta prática com registo é atribuído o índice máximo de 5 valores. A ausência de contador equivale ao índice mínimo de 1 valor, variando consoante o número de contadores e a realização ou não de registo.

¹⁰Sonda do tipo TDR (*Time Domain Reflectometer*) – Mede o teor de humidade do solo, utilizando um oscilador para propagar um sinal eletromagnético, calcula o tempo que o sinal leva, viajando através de uma linha de transmissão, constituída por hastes metálicas enterradas no solo, a ser refletido de volta ao sensor. Com o aumento do tempo de propagação do sinal eletromagnético, aumenta o teor de humidade no solo.

¹¹Sonda do tipo FDR (*Frequency Domain Reflectometer*) – Semelhante à sonda TDR, calcula a diferença entre a frequência da onda incidente e refletida. Com a diminuição da frequência, aumenta o teor de humidade no solo.

¹² Tensiómetro – Mede a disponibilidade de água para a cultura. Consiste num tubo com uma cápsula de cerâmica porosa numa extremidade e um manómetro na outra e opera sem eletricidade. Quanto maior é a leitura registada no manómetro, maior a dificuldade para a planta extrair a água disponível no solo.

¹³ Regantes do tipo A e B+ –Títulos de regante para agricultores que adotem comportamentos que permitam melhorar a adequação da dose de rega e otimizar o desempenho técnico do seu sistema de rega. Fazem parte do Sistema de Reconhecimento de Regantes desenvolvido pela portaria n.º 54-N/2023.

A frequência do **registo de quantidade de água utilizada** reflete o nível de rigor e de preocupação do produtor com a necessidade de gerir racionalmente este recurso escasso. No caso da rega, o índice máximo de 5 valores é atribuído ao produtor que realizar o registo de água consumida por rega. Ao produtor que não possuir nenhum registo do consumo de água de rega é atribuído o índice mínimo de 1 valor. O índice intermédio de 3 valores corresponde ao registo semanal. Quanto menor a frequência do registo, menor é o índice.

Considerando as características do clima de Portugal (outonos e invernos chuvosos *versus* primaveras e verões secos) o **armazenamento de águas pluviais** constitui uma prática importante para disponibilizar água nos meses secos. As charcas¹⁴ melhoram a captação, reduzindo a erosão do solo e aumentam a disponibilidade de água para irrigação (Ammar et al., 2016). Além disso, são essenciais para refúgio e alimentação da fauna, ajudando no controlo de pragas agrícolas (CAP, sem data). À captação e armazenamento através de charcas impermeáveis de forma a evitar perdas de água por infiltração no solo é atribuído o índice máximo de 5 valores. Na ausência de charcas mas com armazenamento em cisternas ou sistema equivalente o índice atribuído é de 3 valores e no caso de não haver captação nem armazenamento de águas pluviais, é atribuído o índice mínimo de 1 valor.

Usufruir das águas pluviais captadas e armazenadas e priorizar o seu uso para a rega, distribuindo a água restante para outras funções, é uma prática que garante que as necessidades hídricas da rega sejam atendidas, enquanto maximiza o uso eficiente da água para outras aplicações. A esta prática é atribuído o índice máximo de 5 valores. À utilização dessa água, mas não para a rega, equivale ao índice intermédio de 3 valores. Quando esta não é consumida, é atribuído o índice mínimo de 1 valor. No caso de o produtor não captar e armazenar as águas pluviais, este critério não se aplica.

O **tipo de agricultura** praticada tem implicações significativas para os recursos hídricos. O índice deste critério varia consoante o impacto do tipo de agricultura nos recursos hídricos, ou seja, aos produtores que adotarem agricultura regenerativa ou biológica, associadas à conservação e melhoria do estado dos solos e água e redução ao máximo da aplicação de fitofármacos (reduz os riscos de lixiviação de poluentes e a contaminação da água e do solo) (DGADR, 2022), são atribuídos os índices de 5 e 4 valores respetivamente. O índice intermédio de 3 valores é atribuído à prática de agricultura extensiva onde se utilizam os recursos de forma sustentável (AJAP, 2019).

¹⁴ Charcas – Massas de água parada ou de corrente muito reduzida, de carácter permanente ou temporário, de tamanho superior a uma poça e inferior a um lago.

Ao uso intensivo dos recursos (solo, água, espécies vegetais), de pesticidas e herbicidas convencionais com o objetivo de rentabilizar ao máximo os custos de produção: agricultura intensiva (AJAP, 2019), corresponde ao índice mínimo de 1 valor.

Devido à **natureza poluente**, acidificante dos **fertilizantes** sintéticos¹⁵ e ao aumento da salinidade no solo, aumentando o risco de poluição das águas superficiais e subterrâneas, é considerada como boa prática o uso prioritário de matérias fertilizantes orgânicas produzidas na própria exploração como estrumes, chorumes, resíduos de culturas e lamas, restringindo ao máximo o uso dos adubos de síntese (EDIA, 2020). A técnica de fertirrega¹⁶ apresenta enormes vantagens na poupança de água, fertilizantes e na diminuição dos riscos de poluição associados (DGADR, 2022), diluídos na água, quanto maior a precisão na rega, maior a precisão dos fertilizantes no acesso à planta (Gulbenkian, 2020). À prática da fertirrega gota-a-gota com uso de fertilizantes orgânicos, é atribuído o índice máximo de 5 valores. Ao uso de fertirrega gota-a-gota mas com fertilizantes sintéticos, corresponde ao índice intermédio de 3 valores. O uso de fertilizantes sintéticos sem a fertirrega, ou seja, aplicados via solo/foliar corresponde ao índice mínimo de 1 valor.

¹⁵ Fertilizantes sintéticos – Adubos cujas fórmulas foram desenvolvidas em laboratório com a finalidade de disponibilizarem rapidamente os nutrientes às plantas possuindo elevada solubilidade.

¹⁶ Fertirrega – Consiste na aplicação de fertilizantes nas culturas através da água de rega.



Critério 1: Tipo de rega		Índice
Gota-a-gota		5
Microaspersão		4
Aspersão (rampas rotativas ou rampas fixas)		3
Canhão de rega		2
Por alagamento		1

Critério 2: Origem da água de rega		Índice
Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes		5
Regadio coletivo		4
Poço/furo e armazenamento		3
Poço/furo		2
Rede pública		1

Critério 3: Fonte de energia que alimenta o sistema de bombagem de água		Índice
Não é necessário nenhum sistema de bombagem		5
Exclusivamente painéis		4
Maioria painéis e minoria rede pública/combustível		3
Maioria rede pública/combustível e minoria painéis		2
Rede pública/Combustível		1

Critério 4: Sistemas de monitorização de necessidade de rega		Índice
Utilização de imagens de satélite com acesso remoto		5
Sistema de sondas do tipo TDR/FDR/Capacitivas		4
Tensiómetros		3
Estação meteorológica		2
Ausência de sistemas ou apenas análise visual		1

Critério 5: Contadores para água de rega		Índice
Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo		5
Tem um contador geral e faz o registo		4
Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo		3
Tem um contador geral mas não faz o registo		2
Ausência de contador		1

Critério 6: Registo da quantidade de água de rega utilizada		Índice
Por rega		5
Diário		4
Semanal		3
Mensal		2
Sem registos		1

Critério 7: Captação e armazenamento de águas pluviais		Índice
Armazenamento em charcas impermeabilizadas		5
Armazenamento em charcas não impermeabilizadas		4
Ausência de charcas mas com sistema de recolha (ex: sistema de caleiras, cisternas)		3
Armazenamento em tanque de pedra a céu aberto		2
Sem captação e sem armazenamento das águas pluviais		1

Critério 8: Utilização da água captada /armazenada		Índice
A água é prioritária para rega e a restante é repartida para as remanescentes funções		5
A totalidade da água é utilizada para todas as funções da exploração		4
Utilização para várias funções que não a rega		3
Utilização para uma única função que não a rega		2
A água captada/armazenada não é utilizada		1
Não há captação/armazenamento das águas pluviais		n.a.

Critério 9: Tipo de agricultura		Índice
Regenerativa		5
Biológica		4
Extensiva		3
Maioria intensiva e minoria biológica		2
Intensiva		1

Critério 10: Natureza e modo de aplicação de fertilizantes		Índice
Orgânicos com utilização de fertirrega gota-a-gota		5
Orgânicos sem necessidade de utilização de água		4
Sintéticos convencionais com utilização de fertirrega gota-a-gota		3
Sintéticos convencionais com utilização de fertirrega de aspersão		2
Sintéticos convencionais aplicados via solo/via foliar		1

Figura 30. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Rega” (Fonte: Eva Leite).

2.3.2. Domínio – Lavagem de equipamentos e preparação de caldas

Na **Figura 31**, encontram-se representados os critérios de avaliação e os índices considerados neste domínio. Este domínio é constituído por nove critérios de avaliação:

1. Origem da água;
2. Método de lavagem de máquinas e veículos agrícolas;
3. Tratamento de efluentes fitofarmacêuticos;
4. Local de lavagem de equipamentos e preparação de caldas;
5. Lavagem de EPI (Botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara);
6. Lavagem de EPI (Fato de proteção);
7. Balneários;
8. Contadores;
9. Registo de quantidade de água utilizada.

Os critérios 1 “origem da água de rega”, 8 “contadores” e 9 “registo da quantidade de água utilizada” foram projetados da mesma forma que os critérios 2, 5 e 6 do domínio da Rega (Figura 30), diferindo apenas na nomenclatura no índice 5 do critério 9, onde o termo “por rega” é substituído pelo termo “por utilização”.

As operações de preparação de caldas, enchimento do depósito dos equipamentos de aplicação e a limpeza interior e exterior dos mesmos, devem ser realizados de modo a minimizar o volume de efluentes a tratar e em condições de segurança que minimizem a contaminação dos solos e dos cursos de água, valas, nascentes e captações de água (ANIPLA, 2016). O **método de lavagem de equipamentos que de máquinas e veículos agrícolas** onde é previamente usado ar comprimido para a remoção de detritos acumulados à lavagem com lavadora de alta pressão de água quente, corresponde ao índice máximo de 5 valores. Ao uso de apenas a lavadora de alta pressão de água quente é atribuída o índice intermédio de 3 valores. O uso da mangueira comum sem qualquer tipo de controlo sobre a pressão e débito aplicado equivale ao índice mínimo de 1 valor.

A gestão adequada de **efluentes fitofarmacêuticos**¹⁷ é crucial para reduzir o impacto ambiental da atividade agrícola, nomeadamente, prevenir a contaminação do solo e das fontes de água durante as fases de preparação de caldas, lavagem de equipamentos e das embalagens vazias (DGAV, 2020). Aos produtores que recolhem os efluentes e fazem o seu tratamento por processos químicos, físicos ou biológicos com posterior valorização (ANIPLA, 2016), é atribuído o índice máximo de 5 valores.

¹⁷ Efluentes fitofarmacêuticos - resíduos líquidos, incluindo o excedente de calda não utilizado, o volume residual do pulverizador (volume morto, volume sem diluição) e as águas de lavagem do equipamento de aplicação.

Em alternativa, à sua recolha em recipientes próprios e posterior valorização por uma entidade licenciada para a gestão de resíduos perigosos (ANIPLA, 2016), é atribuído o índice de 4 valores. Caso a exploração não disponha de nenhum destes sistemas e opte pela diluição dos efluentes e aplicação em áreas não cultivadas de modo a promover a degradação natural dos resíduos (DGAV, 2020), é atribuído o índice de 2 valores. O índice mínimo de 1 valor é atribuído à prática da rejeição em linha de água.

Para a lavagem de equipamentos e preparação de caldas, é conveniente a existência de um **local** específico que seja prático, funcional, seguro e que proteja o meio ambiente (ANIPLA, 2016). A existência de um local específico coberto (de modo a evitar a lixiviação dos efluentes) com bacia de retenção de modo a evitar a contaminação do solo e cursos de água (DGAV, 2015), corresponde ao índice máximo de 5 valores. À mesma prática perante um local a céu aberto (maior número de efluentes formados devido à precipitação) é atribuída o índice de 4 valores. Caso não exista local próprio, a preparação no campo em coberto vegetal afastado de fontes, poços e cursos de água, com mudança regular de localização (ANIPLA, 2016; DGAV, 2015), equivale ao índice intermédio de 3 valores. À mesma prática mas sem mudança de local é atribuída o índice de 2 valores. À preparação e lavagem no campo sem mudança de local a menos de 10 metros de fontes, poços e cursos de água, é atribuída o índice mínimo de 1 valor.

A aplicação e manipulação de produtos fitofarmacêuticos requer o uso de **EPI** (DGAV, 2020). Um EPI completo é composto por, luvas, fato-macaco, botas, viseira, máscara respiratória e para a face ou outros, e deve ser limpo no final de cada dia de trabalho (DGAV, 2020). A **lavagem de EPI (Botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara)** deve ser realizada com água corrente sem detergente (DGAV, 2020). De forma a regular ao máximo a quantidade de água utilizada, ao uso de uma mangueira com pistola de pulverização (maior pressão e menor uso de água) e redutor de caudal, é atribuído o índice máximo de 5 valores. A utilização de mangueira/torneira com apenas redutor de caudal, corresponde ao índice intermédio de 3 valores. O índice mínimo de 1 valor é atribuído ao uso de mangueira/torneira comum sem controle do caudal. A **limpeza dos fatos de proteção** reutilizáveis faz-se por lavagem à mão ou na máquina de lavar a roupa (DGAV, 2020). Ao uso da máquina de lavar é atribuído o índice máximo de 5 valores. A lavagem à mão com mangueira/torneira com redutor de caudal equivale ao índice intermédio de 3 valores. À lavagem à mão com mangueira/torneira comum é atribuída o índice mínimo de 1 valor. No caso de utilização de fatos descartáveis, o critério não é aplicável.

Logo após a limpeza do material de aplicação e do EPI, o produtor deve fazer a sua higiene pessoal: tomar um duche e vestir roupa lavada (DGAV, 2020). Os **balneários** equipados com torneiras de duche e lavatórios com redutor de caudal e autoclismo(s) com dupla descarga, correspondem ao índice máximo de 5 valores. Ao índice intermédio de 3 valores correspondem os balneários equipados com torneiras de duche e lavatórios temporizadas com botão de pressão e autoclismo(s) com dupla descarga. Balneários com torneiras de duche e lavatórios comuns (sem temporizador) e autoclismo(s) com descarga completa equivalem ao índice mínimo de 1 valor.



Critério 1: Origem da água		Índice
Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes		5
Regadio coletivo		4
Poço/furo e armazenamento		3
Poço/furo		2
Rede pública		1

Critério 2: Método de lavagem de máquinas e veículos agrícolas		Índice
Uso de ar comprimido de forma a remover resíduos e detritos acumulados seguido de lavagem com lavadora de alta pressão de água quente		5
Uso de ar comprimido de forma a remover resíduos e detritos acumulados seguido de lavagem com lavadora de alta pressão de água fria		4
Lavadora de alta pressão de água quente		3
Lavadora de alta pressão de água fria		2
Mangueira comum		1

Critério 3: Tratamento de efluentes fitofarmacêuticos		Índice
Tratamento no próprio local em tanques com processos de evaporação, degradação biológica e desidratação e posterior valorização na exploração (ex: Heliosecc, Phytobac, Osmofilm)		5
Recolha e armazenamento sem diluição em recipiente próprio e posterior encaminhamento para entidades licenciadas de gestão e valorização dos resíduos perigosos		4
Tratamento em ETAR		3
Diluição com água e aplicação sobre coberto vegetal não destinado ao consumo humano e animal		2
Rejeição em linha de água		1

Critério 4: Local de lavagem de equipamentos e preparação de caldas		Índice
Existência de um local específico coberto para manipulação e preparação das caldas, enchimento e lavagem de pulverizadores/equipamentos com bacia de retenção de modo a evitar a contaminação do solo, águas subterrâneas ou superficiais		5
Existência de um local específico a céu aberto para manipulação e preparação das caldas, enchimento e lavagem de pulverizadores/equipamentos com bacia de retenção de modo a evitar a contaminação do solo, águas subterrâneas ou superficiais		4
Preparação no campo com mudança regular de local, sempre afastado de fontes, poços e cursos de água		3
Preparação no campo no mesmo local, sempre afastado de fontes, poços e cursos de água		2
Preparação no campo no mesmo local, com fontes, poços e cursos de água a menos de 10 metros		1

Critério 5: Lavagem de EPI (Botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara)		Índice
Mangueira com pistola pulverizadora de caudal regulável		5
Mangueira/Torneira com redutor de caudal		3
Mangueira/Torneira		1

Critério 6: Lavagem de EPI (Fato de proteção)		Índice
Máquina de lavar		5
Mangueira/Torneira com redutor de caudal		3
Mangueira/Torneira		1
Fato descartável		n.a.

Critério 7: Balneários		Índice
Torneiras de duche e lavatórios com redutor de caudal e autoclismo com dupla descarga		5
Torneiras de duche e lavatórios com redutor de caudal e autoclismo com descarga completa		4
Torneiras de duche e lavatórios temporizadas com botão de pressão e autoclismo com dupla descarga		3
Torneiras de duche e lavatórios temporizadas com botão de pressão e autoclismo com descarga completa		2
Torneiras de duche e lavatórios sem temporizador e autoclismo com descarga completa		1

Critério 8: Contadores		Índice
Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo		5
Tem um contador geral e faz o registo		4
Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo		3
Tem um contador geral mas não faz o registo		2
Ausência de contador		1

Critério 9: Registo da quantidade de água utilizada		Índice
Por utilização		5
Diário		4
Semanal		3
Mensal		2
Sem registos		1

Figura 31. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Lavagem de equipamentos e preparação de caldas” (Fonte: Eva Leite).

2.3.3. Domínio – Lavagem e preparação de produtos alimentares

Na **Figura 32**, encontram-se representados os critérios de avaliação e os índices considerados neste domínio. Este domínio é constituído por oito critérios de avaliação:

1. Origem da água;
2. Tratamento de águas residuais;
3. Lavagem de caixas de transporte;
4. Armazenamento e refrigeração;
5. Processamento de alimentos;
6. Lavagem de produtos alimentares;
7. Contadores;
8. Registo de quantidade de água utilizada.

Os critérios 1 “origem da água de rega”, 7 “contadores” e 8 “registo da quantidade de água utilizada” foram projetados da mesma forma que os critérios 2, 5 e 6 do domínio da Rega (Figura 30), diferindo apenas na nomenclatura no índice 5 do critério 9, onde o termo “por rega” é substituído pelo termo “por utilização”.

De modo a privilegiar sempre que possível o aproveitamento de águas residuais tratadas (DGADR, 2022), ao produtor com estação de **tratamento de águas residuais** própria, com posterior reutilização da água tratada, é atribuído o índice máximo de 5 valores. No caso de não haver estação de tratamento na exploração, e os efluentes forem encaminhados para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), é atribuído o índice intermédio de 3 valores. O índice mínimo de 1 valor corresponde ao descarte em linha de água.

As **caixas** utilizadas para o **transporte** de produtos alimentares devem ser lavadas e desinfetadas (CAP, 2015). O uso de máquinas próprias para lavar a alta pressão de forma a economizar água corresponde ao índice máximo de 5 valores. O uso mecanizado sem alta pressão equivale ao índice intermédio de 3 valores. À lavagem à mão, implicando um maior consumo de água, é atribuída o índice mínimo de 1 valor. Para os produtores que utilizarem caixas de uso único, o critério não é aplicável.

Para garantir a qualidade e prolongar a vida útil dos produtos hortofrutícolas pós-colheita, é necessário arrefecer rapidamente para a temperatura mínima de segurança e manter a cadeia de frio todo o período pós-colheita (Almeida et al., 2005). O **armazenamento e refrigeração** dos produtos em câmaras frigoríficas pelo contacto com o ar frio sem a necessidade do uso de água, corresponde ao índice máximo de 5 valores. Os índices de valores 4 e 3 variam consoante a pulverização ter ou não

recirculação de água, respetivamente. O arrefecimento por imersão, implicando a utilização de um maior volume de água, com recirculação da mesma corresponde ao índice de 2 valores. A mesma prática sem a recirculação de água, com ainda maior consumo, equivale ao índice mínimo de 1 valor.

Quando os produtos chegam à linha de seleção (calibração) provenientes do campo ou após arrefecimento ou armazenamento temporário, podem ser transportados dos contentores para a linha, através da água ou a seco (Almeida et al., 2005). Um sistema agregado com transporte, calibração com lavagem no final, contribuindo para a eficiência do **processamento de alimentos** e a poupança de recursos hídricos, corresponde ao índice máximo de 5 valores. A existência de sistemas individuais com lavagem posterior à calibração, evitando a limpeza de produtos que não atendem aos padrões de qualidade e que seriam descartados de qualquer forma, equivale ao índice intermédio de 3 valores. O índice mínimo de 1 valor é atribuído à mesma prática com lavagem antes da calibração. Não sendo necessário o uso de água para o transporte e calibração, o critério não se aplica.

A **lavagem de produtos alimentares** é essencial para garantir a segurança alimentar (DGAV, 2024). A lavagem mecanizada constitui os maiores índices de eficiência, variando consoante a pressão, ou seja, jato de água e pulverização correspondem aos índices 5 e 4, respetivamente. A lavagem mecanizada por imersão, que exige maiores volumes de água para encher os tanques, implicando um maior consumo, equivale ao índice intermédio de 3 valores. À lavagem manual por imersão é atribuída o índice de 2 valores e à lavagem manual sem imersão, ou seja, com constante renovação da água utilizada, é atribuída o índice mínimo de 1 valor.



Critério 1: Origem da água		Índice
Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes		5
Regadio coletivo		4
Poço/furo e armazenamento		3
Poço/furo		2
Rede pública		1

Critério 2: Tratamento de águas residuais		Índice
ETAR própria com posterior reutilização da água		5
Tratamento em ETAR		3
Rejeição em linha de água		1

Critério 3: Lavagem de caixas de transporte		Índice
Lavagem mecanizada a alta pressão (regulável)		5
Lavagem mecanizada		3
Lavagem manual		1
Não há lavagem de caixas ou caixas de uso único		n.a.

Critério 4: Armazenamento e refrigeração		Índice
Câmara de refrigeração com ar frio		5
Pulverização com água fria com recirculação de água		4
Pulverização com água fria sem recirculação de água		3
Imersão em água fria com recirculação de água		2
Imersão em água fria sem recirculação de água		1

Critério 5: Processamento de alimentos		Índice
Sistema agregado com transporte, calibração seguido de lavagem		5
Sistemas individuais para os diferentes processos com lavagem posterior à calibração		3
Sistemas individuais para os diferentes processos com lavagem anterior à calibração		1
Não há necessidade de água para transporte e calibração dos alimentos		n.a.

Critério 6: Lavagem de produtos alimentares		Índice
Lavagem mecanizada com jato de água		5
Lavagem mecanizada por pulverização		4
Lavagem mecanizada por imersão		3
Lavagem manual por imersão		2
Lavagem manual		1
Não há lavagem de produtos alimentares		n.a.

Critério 7: Contadores		Índice
Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo		5
Tem um contador geral e faz o registo		4
Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo		3
Tem um contador geral mas não faz o registo		2
Ausência de contador		1

Critério 8: Registo da quantidade de água utilizada		Índice
Por utilização		5
Diário		4
Semanal		3
Mensal		2
Sem registos		1

Figura 32. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Lavagem e preparação de produtos alimentares” (Fonte: Eva Leite).

2.3.4. Domínio – Estratégias e sensibilização para a gestão de água

Na Figura 33, encontram-se representados os critérios de avaliação e os índices considerados neste domínio. Este domínio é constituído por cinco critérios de avaliação:

1. Conhecimento e alinhamento com estratégias/programas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Prado ao Prato e PEPAC 23-27);
2. Certificação SPRING;
3. Estratégias para a gestão de água;
4. Responsabilidade social da empresa/organização;
5. Tecnologia e inovação.

A gestão eficiente de água nas explorações agrícolas deve estar **alinhada com as estratégias e programas** tanto a nível nacional como internacional (mencionadas na secção 1.7). Para garantir que as práticas recomendadas sejam adotadas e implementadas, os agricultores devem ser sensibilizados e educados sobre esses programas, ou seja, se o agricultor tem conhecimento das estratégias e já participou de eventos/formações e é acompanhado neste âmbito, é-lhe atribuído o índice máximo de 5 valores. Se o agricultor conhece as estratégias mas nunca participou em formações/eventos, nem tem acompanhamento neste âmbito, é-lhe atribuído o índice intermédio de 3 valores. Não tendo conhecimento de nenhuma estratégia nem compreensão sobre os riscos e oportunidades do setor agrícola, é-lhe atribuído o valor mínimo de 1 valor.

A **certificação SPRING** (Sustainable Program for Irrigation and Groundwater use), ajuda os produtores a demonstrarem o seu empenho numa gestão mais responsável da água nas explorações agrícolas (GLOBALG.A.P., 2024). A lista de critérios rigorosos e abrangentes que incluem: taxas de utilização e extração de água; conformidade legal e proteção de fontes de água e gestão de bacias hidrográficas (GLOBALG.A.P., 2024). Ao produtor com certificação SPRING na sua exploração, é-lhe atribuído o índice máximo de 5 valores. Estando em processo de obter a certificação, é-lhe atribuído o índice intermédio de 3 valores. À ausência da certificação, corresponde o índice mínimo de 1 valor.

A definição de uma **estratégia para a gestão de água** contribui para a conservação dos recursos hídricos e redução de custos operacionais, mas também melhora a produtividade agrícola e assegura a conformidade com regulamentações. Na existência de uma estratégia para a gestão da água, com registos detalhados, que resulte em ações de melhoria, é atribuído o índice máximo de 5 valores. Não existindo estratégia mas havendo registos detalhados por ciclo de cultura, resultando em ações de melhoria, é atribuído o índice de 4 valores. À mesma prática mudando apenas a frequência do registo (menor frequência), é atribuído o índice intermédio de 3 valores. Havendo estratégia, mas não existirem registos, corresponde ao índice de 2 valores. Não havendo nem estratégia nem registos, é atribuído o índice mínimo de 1 valor.

A **responsabilidade social da empresa/organização** é fundamental para assegurar a sustentabilidade e ética das práticas agrícolas e de modo a beneficiar as partes envolvidas. À realização periódica de campanhas de sensibilização e ações de formação no âmbito dos recursos hídricos e o incentivo à sua conservação e eficiência, é atribuído o índice máximo de 5 valores. À execução de apenas campanhas de

sensibilização periodicamente, corresponde ao índice intermédio de 3 valores. Se não é efetuada qualquer ação de sensibilização sobre os recursos hídricos, é atribuído o índice mínimo de 1 valor.

O investimento em novas **tecnologias** e em **inovação** na agricultura, é essencial para enfrentar os desafios da atualidade e para tornar as explorações agrícolas resilientes às mudanças climáticas. O índice máximo de 5 valores é atribuído ao produtor que investe anualmente em equipamentos eficientes no uso de água. O índice intermédio de 3 valores é atribuído se, quando possível, há investimento em equipamentos mais eficientes. O índice mínimo de 1 valor é atribuído aos agricultores que possuem equipamentos menos eficientes e não tem intenções de os modernizar.



Critério 1: Conhecimento e alinhamento com estratégias/programas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Prado ao Prato e PEPAC 23-27)		Índice
Tem conhecimento das estratégias mencionadas, já participou de eventos/formações e tem acompanhamento neste âmbito	5	
Tem conhecimento das estratégias mencionadas, já participou de eventos/formações mas sem acompanhamento neste âmbito	4	
Tem conhecimento das estratégias mencionadas, não participou de eventos/formações e não tem acompanhamento neste âmbito	3	
Não tem conhecimento de nenhuma estratégia mas compreende os riscos e oportunidades para o setor agrícola	2	
Não tem conhecimento de nenhuma estratégia	1	

Critério 2: Certificação SPRING		Índice
Tem certificação SPRING	5	
Está no processo para obter a certificação SPRING	3	
Não tem certificação SPRING	1	

Critério 3: Estratégias para a gestão de água		Índice
Há estratégias para a gestão da água e efetua os registos (caderno de campo, calendário de rega com dotações, frequência, métodos/sistema de aplicação), resultando em ações de melhoria	5	
Não existe estratégia mas efetua os registos por ciclo de cultura no caderno de campo, resultando em ações de melhoria	4	
Não existe estratégia mas efetua os registos periodicamente no caderno de campo	3	
Há estratégia mas não efetua os registos	2	
Não há estratégia nem há registos	1	

Critério 4: Responsabilidade social da empresa/organização		Índice
Efetua periodicamente campanhas de sensibilização, com ações de formação no âmbito dos recursos hídricos e advoca para a sua conservação e eficiência	5	
Efetua periodicamente campanhas de sensibilização, com ações de formação no âmbito dos recursos hídricos	4	
Efetua campanhas de sensibilização periodicamente	3	
Já efetuou nos anos mais recentes algum tipo de campanha e formação sobre os recursos hídricos	2	
Não efetua qualquer ação de sensibilização sobre os recursos hídricos	1	

Critério 5: Tecnologia e inovação		Índice
Anualmente fazem alocação de parte do orçamento para investimento em equipamentos eficientes no uso de água	5	
Sempre que possível fazem alocação de parte do orçamento para investimento em equipamentos eficientes no uso de água	3	
Tem equipamentos ultrapassados e não há intenções de os modernizar	1	

Figura 33. Critérios de avaliação e índices considerados para o domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água” (Fonte: Eva Leite).

2.4. Cálculo dos níveis de eficiência hídrica

Após a elaboração dos critérios de avaliação, preparou-se um questionário através da plataforma *Google forms* para os produtores preencherem (Anexo C). Constituído por trinta e sete perguntas: perguntas iniciais relativas à caracterização da exploração selecionada de resposta curta e os trinta e dois critérios por domínio em escolha múltipla (ordem aleatória e sem o índice correspondente, de forma a não influenciar as respostas). Para os produtores com várias explorações, foi considerada apenas uma exploração agrícola à sua escolha.

Na secção dos critérios de avaliação, em cada pergunta (Figura 34), os produtores selecionaram a opção mais adequada possível à realidade da sua exploração. Quando, para determinado critério, fosse aplicável mais do que um índice, selecionaram a opção “outra” e descreveram as práticas realizadas, sendo considerada a prática mais representativa ou a que possuir índice mais elevado (no caso de haver representatividades semelhantes). Sempre que um critério não fosse aplicável a uma determinada exploração agrícola, selecionaram a opção “não aplicável”.

Considerando que determinados produtores não efetuam a lavagem e preparação de produtos alimentares (fase I), antes de iniciarem este domínio no questionário, foram questionados se exerciam ou não esta prática, evitando o seu aparecimento, passando diretamente para o domínio seguinte.

Utilização da água captada e armazenada *

Responder "não aplicável" em caso de não haver captação nem armazenamento das águas pluviais

- ☐ Utilização para várias funções que não a rega
- ☐ Não aplicável (não há captação)
- ☐ A água captada/armazenada não é utilizada
- ☐ A água é prioritária para rega e a restante é repartida para as remanescentes funções
- ☐ Utilização para uma única função que não a rega
- ☐ A totalidade da água é utilizada para todas as funções da exploração
- ☐ Outra: _____

Figura 34. Exemplo de uma pergunta do questionário de eficiência hídrica na perspetiva do produtor agrícola (Fonte: Eva Leite).

Posteriormente ao preenchimento dos questionários por parte dos oito produtores, foram avaliadas as repostas e de seguida, os índices mais adequados a cada critério de avaliação foram introduzidos numa folha de cálculo, resultando num índice de eficiência hídrica para cada domínio (Figura 35), calculado através da divisão

do somatório dos valores dos índices dos critérios respondidos pelo número de critérios de avaliação respondidos (equação 3):

$$(3) \text{ Índice de eficiência hídrica (Domínio)} = \frac{\text{Somatório dos índices dos critérios respondidos}}{\text{Número de critérios respondidos}}$$



Domínio	Critérios	Índice
Rega	1. Tipo de rega	5
	2. Origem da água de rega	2
	3. Fonte da energia que alimenta o sistema de bombagem da rega	3
	4. Sistemas de monitorização de necessidade de rega	4
	5. Contadores de água de rega	5
	6. Registo da quantidade de água de rega utilizada	2
	7. Captação e armazenamento de águas pluviais	5
	8. Utilização da água captada e armazenada	1
	9. Tipo de agricultura	2
	10. Natureza e modo de aplicação de fertilizantes	3
Subtotal	(Somatório dos valores dos índices dos critérios respondidos)	32
Nível de eficiência hídrica	(Subtotal / n.º de critérios respondidos)	3,20

Figura 35. Exemplo do índice que indica o nível de eficiência hídrica para o domínio "Rega" (Fonte: Eva Leite).

No intuito de calcular o nível de eficiência hídrica para cada exploração agrícola, atribuíram-se diferentes pesos a cada domínio, calculando uma média ponderada. Existindo agricultores que não realizam lavagem e preparação de produtos alimentares na exploração, consideraram-se os pesos de cada domínio para dois cenários: quatro e três domínios, representados na Figura 36.

			
Rega	Lavagem de equipamentos e preparação de caldas	Lavagem e preparação de produtos alimentares	Estratégias e sensibilização para a gestão de água
50%	20%	20%	10%

		
Rega	Lavagem de equipamentos e preparação de caldas	Estratégias e sensibilização para a gestão de água
60%	30%	10%

Figura 36. Pesos atribuídos para os cenários de quatro e três domínios, respetivamente (Fonte: Eva Leite).

Os pesos foram atribuídos subjetivamente, tendo em conta a importância de cada domínio para a eficiência hídrica e também para a agricultura.

A **rega** é essencial para a sobrevivência das culturas particularmente durante os meses secos, fornecendo às plantas as quantidades de água necessárias (DGADR, 2022) e é fundamental para a competitividade da agricultura portuguesa, tornando-se imperativo maximizar a sua eficiência (Portal da Agricultura, 2022). Aliado ao facto de a rega representar a maior parte do consumo de água numa exploração, impactar diretamente a produção agrícola e ter maior potencial de implementação de tecnologias eficientes, faz sentido a este domínio atribuir-se no mínimo metade do peso, ou seja, 50% para o cenário de quatro domínios e 60% para o de três.

A **lavagem** de equipamentos e preparação de caldas desempenha um papel considerável na eficácia agronómica e no meio ambiente. A lavagem e preparação de produtos alimentares é indispensável na proteção da saúde dos consumidores, sendo regulada por normas de segurança alimentar que exigem práticas rigorosas para garantir a limpeza e segurança dos alimentos. Ambas são essenciais para a execução de uma agricultura sustentável e eficiente, embora o consumo não seja tão alto quanto na rega. Face a estas considerações é coerente atribuir um peso menor a estes domínios do que o atribuído à rega, ou seja, para o cenário de quatro domínios, de modo a ser equilibrado e justo para os produtores, o peso é de 20% para os dois e no cenário de três, como apenas existe a lavagem de equipamentos e preparação de caldas, o peso sobe para 30%.

A **implementação de estratégias e a sensibilização para a gestão de água** é crucial para o futuro sustentável dos recursos hídricos na agricultura. A educação e conscientização dos agricultores, juntamente com a elaboração de políticas eficazes e práticas mais eficientes, contribuem para a conservação da água, redução de custos e proteção do meio ambiente. O investimento em equipamentos mais eficientes no uso de água garante a resiliência das explorações às alterações climáticas. Não existindo um consumo direto de água neste domínio, logicamente o peso atribuído é menor que os restantes domínios. Deste modo, para os dois cenários, o peso considerado é de 10%.

Tendo em conta estas ponderações, o nível de eficiência hídrica para cada exploração é calculado através da divisão do somatório do índice de eficiência hídrica de cada domínio multiplicado pelo seu peso com a soma dos pesos (Figura 37), que neste caso é 1.

$$(4) \quad \begin{array}{l} \text{Nível de eficiência hídrica} \\ (4 \text{ domínios}) \end{array} = \frac{(\text{Rega} \times 0,5) + (\text{L. de eq.} \times 0,2) + (\text{L. e p. de prod.} \times 0,2) + (\text{E. e sensibilização} \times 0,1)}{0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1}$$

$$(5) \quad \begin{array}{l} \text{Nível de eficiência hídrica} \\ (3 \text{ domínios}) \end{array} = \frac{(\text{Rega} \times 0,6) + (\text{L. de eq.} \times 0,3) + (\text{E. e sensibilização} \times 0,1)}{0,6 + 0,3 + 0,1}$$

Figura 37. Equações para o cálculo do nível de eficiência hídrica conforme os dois cenários (Fonte: Eva Leite).

Após o cálculo dos níveis de eficiência hídrica, foi definida uma escala entre os valores 1 e 5 com seis classes de eficiência diferentes (**Figura 38**), de modo a classificar a eficiência hídrica de cada exploração agrícola.



Figura 38. Escala definida para a classificação da eficiência hídrica de cada exploração (Fonte: Eva Leite).

Na escala de eficiência hídrica, os valores dos níveis de eficiência hídrica inseridos no intervalo de 1,00 a 1,99 correspondem a “Alta ineficiência”, entre 2,00 e 2,49 correspondem a “Ineficiência”, entre 2,50 e 2,99 equivalem a “Baixa eficiência”, entre 3,00 e 3,49 representam “Média eficiência”, entre 3,50 e 3,99 correspondem a “Eficiência” e entre 4,00 e 5,00 representa “Alta eficiência”.

Finalizando o processo de classificação das oito explorações, agendou-se uma segunda entrevista com os produtores com a finalidade de confirmar os índices obtidos nos critérios e receber o seu feedback sobre o questionário, finalizando com a comunicação dos resultados e sugestões de melhoria (fase IV). Para isso, previamente às reuniões, identificaram-se os critérios que obtiveram índices mais baixos e reuniram-se ações de melhoria levando em consideração a aplicabilidade a cada exploração.

De oito produtores só foi possível voltar a reunir com apenas quatro. Atendendo a este fator, de modo a alcançar todos, foi realizado um relatório sucinto com todas as informações mencionadas acima e enviado por e-mail a cada agricultor.

3. Resultados e discussão

Os níveis de eficiência hídrica obtidos para cada exploração estão representados no gráfico seguinte:

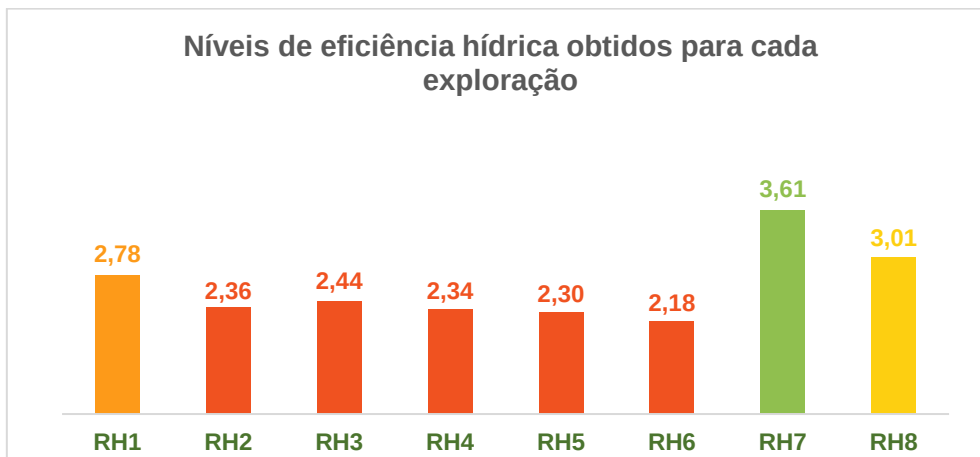


Gráfico 5. Níveis de eficiência hídrica obtidos para cada exploração (Fonte: Eva Leite).

De acordo com os níveis de eficiência hídrica obtidos e com a escala definida, dentro das oito explorações avaliadas, cinco foram classificadas com a classe “Ineficiência” (RH2, RH3, RH4, RH5 e RH6), uma com “Baixa eficiência” (RH1), uma com “Média eficiência” (RH8) e apenas uma com “Eficiência” (RH7). As explorações pertencentes às RH1, RH7 e RH8 (a minoria) são as únicas com um nível de eficiência hídrica acima de 2,5. A exploração da RH7 é a que possui o maior nível (3,61), e para as regiões localizadas mais a Sul obtiveram-se os maiores níveis de eficiência (3,61 e 3,01). O menor nível obtido corresponde à RH6 (2,18).

Relacionando a classificação dos níveis de eficiência hídrica obtidos com a dos índices de escassez por RH mencionados na Figura 7, construiu-se a tabela seguinte:

Tabela 12. Comparação entre as classificações dos níveis de eficiência hídrica e dos índices de escassez por RH (Fonte: adaptado de APA, 2021a).

Região Hidrográfica	Nível de eficiência hídrico	Índice de escassez (WEI+)
RH1	Baixa eficiência	Escassez baixa
RH2	Ineficiência	Escassez severa
RH3	Ineficiência	Escassez baixa
RH4	Ineficiência	Escassez elevada
RH5	Ineficiência	Escassez severa
RH6	Ineficiência	Escassez extrema
RH7	Eficiência	Escassez severa
RH8	Média eficiência	Escassez severa

Consoante a Tabela 12, das cinco RH classificadas com “Ineficiência”, apenas uma tem o índice de escassez baixo (RH3), as restantes estão classificadas com escassez “elevada”, “severa” e “extrema”. A RH com o pior nível de eficiência hídrica (RH6) está classificada com a maior escassez (“extrema”), sugerindo que existe uma correlação entre a eficiência no uso da água e a disponibilidade deste recurso, ou seja, áreas que não utilizam de forma eficiente a água, tendem a enfrentar uma maior escassez hídrica. Pelo contrário, as RH com as melhores classificações de eficiência hídrica (RH7 e RH8) estão classificadas com escassez “severa”, justificadas pela existência de tecnologias eficientes para a maioria das funções destas explorações, podendo ter sido incentivada pelo problema estrutural da seca no Alentejo e no Algarve (APA, 2021c).

Para compreender a ligação entre os níveis de eficiência hídrica e a falta de água nas explorações, na **Tabela 13** estão representados os níveis obtidos e as respostas dos produtores na fase I à questão “Em algum período não foi possível regar devido à falta de água?”.

Tabela 13. Comparação entre as classificações dos níveis de eficiência hídrica com a questão “Em algum período não foi possível regar devido à falta de água?” (Fonte: Eva Leite).

Região Hidrográfica	Nível de eficiência hídrico	Em algum período não foi possível regar devido à falta de água?
RH1	Baixa eficiência	Sim
RH2	Ineficiência	Não
RH3	Ineficiência	Sim
RH4	Ineficiência	Não
RH5	Ineficiência	Não
RH6	Ineficiência	Não
RH7	Eficiência	Não
RH8	Média eficiência	Sim

Interpretando a tabela, das cinco explorações classificadas com “Ineficiência”, em quatro, os seus produtores afirmam que nunca houve um período em que não fosse possível regar devido à falta de água. Das explorações que já foram afetadas pela falta de água (RH1, RH3 e RH8) apenas uma tem um nível médio de eficiência (RH8). Destes dados é possível tirar várias constatações: a perceção de disponibilidade constante de água entre as explorações ineficientes pode levar ao atraso na adoção de práticas eficientes, sugerindo que estes produtores ainda não sentiram uma pressão direta para mudar; o facto de o produtor da RH8 já ter enfrentado escassez hídrica pode ter influenciado a implementação de práticas mais eficientes e sustentáveis, aumentando o

seu nível; os produtores que já sentiram escassez e possuem níveis baixos de eficiência (RH1 e RH3) devem investir em equipamentos mais eficientes, não só para a rega, mas sim para todas as funções da exploração e mapear uma estratégia para a gestão de água, de forma a melhorar a resiliência das explorações a futuros episódios de seca e escassez.

3.1. Por domínio

Para analisar a eficiência hídrica por domínio, no **Gráfico 6** e **Tabela 14**, estão representados os índices de eficiência hídrica obtidos e a média dos índices por cada domínio, respetivamente.

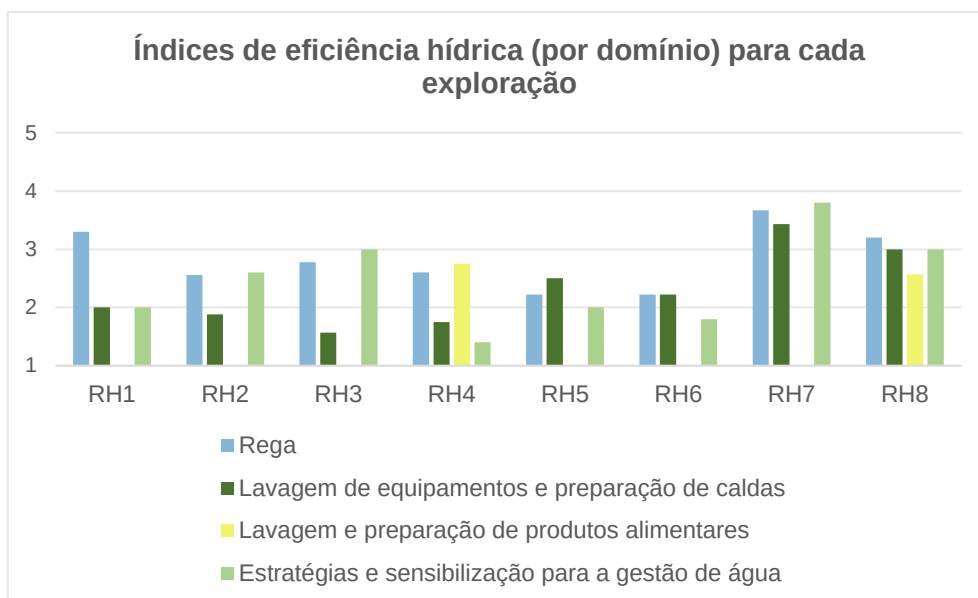


Gráfico 6. Índices de eficiência hídrica obtidos por domínio para cada exploração (Fonte: Eva Leite).

Tabela 14. Média dos índices obtidos por domínio (Fonte: Eva Leite).

Domínio	Média dos índices
Rega	2,82
Lavagem de equipamentos e preparação de caldas	2,29
Lavagem e preparação de produtos alimentares	2,66
Estratégias e sensibilização para a gestão de água	2,45

Os valores das médias dos domínios encontram-se próximos uns dos outros, porém o domínio “Rega” é o que possui o maior valor médio (2,82) e a “Lavagem de equipamentos e preparação de caldas”, o menor (2,29). Estes valores podem estar

associados à maior aderência na adoção de tecnologias avançadas de irrigação aliado ao facto de os agricultores estarem mais conscientes da necessidade de otimizar o uso de água na irrigação, dado que afeta diretamente a produtividade das culturas. As médias dos domínios de lavagem serem inferiores ao da rega, pode ser causada pela falta de tecnologias específicas e/ou haver falta de conscientização sobre a economia de água para estas práticas, que também é apoiada pela baixa média obtida para o domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água” (2,45). Os benefícios económicos da eficiência hídrica na irrigação são diretos e significativos, o que incentiva o investimento em tecnologias e práticas eficientes. Em contraste, os benefícios económicos dos restantes domínios podem ser menos aparentes, resultando em menor motivação para adotar melhores mecanismos por parte dos produtores.

Para garantir uma gestão sustentável dos recursos hídricos, é fundamental aumentar a eficiência hídrica em todas as atividades agrícolas para além da irrigação.

3.2. Por critérios de avaliação

Com o intuito de avaliar os critérios de avaliação com os melhores desempenhos, calculou-se a média dos índices para cada critério e elaboraram-se os Gráficos 7, 8, 9 e 10.

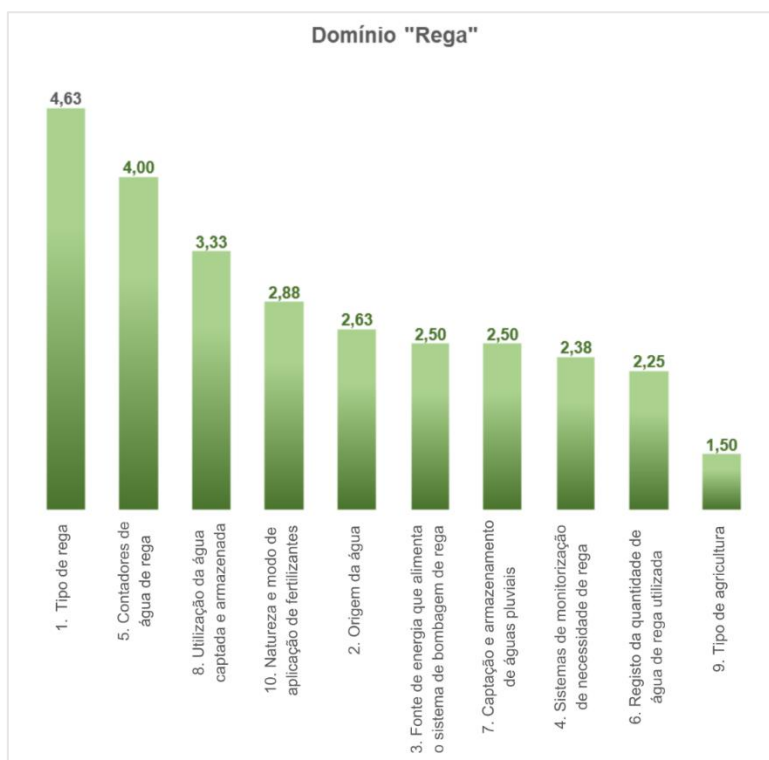


Gráfico 7. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Rega” (Fonte: Eva Leite).

Para o domínio da rega, o critério com maior índice médio (4,63) foi o tipo de rega, caracterizado pela maioria (seis) dos produtores ter nas suas explorações rega gota-a-gota. Logo a seguir está o critério “contadores de água de rega” (4,00), onde a maioria afirma ter. O critério com menor índice médio (1,50), é “tipo de agricultura”, onde apenas numa exploração é praticada agricultura biológica, com as restantes a praticar agricultura intensiva. O segundo critério com menor desempenho é “registo de quantidade de água utilizada” (2,25), causado pela baixa frequência e ausência de registos. De dez critérios que constituem este domínio, cinco são menores ou iguais que 2,5, o que indica que ainda há grande margem de melhoria para as explorações neste domínio.

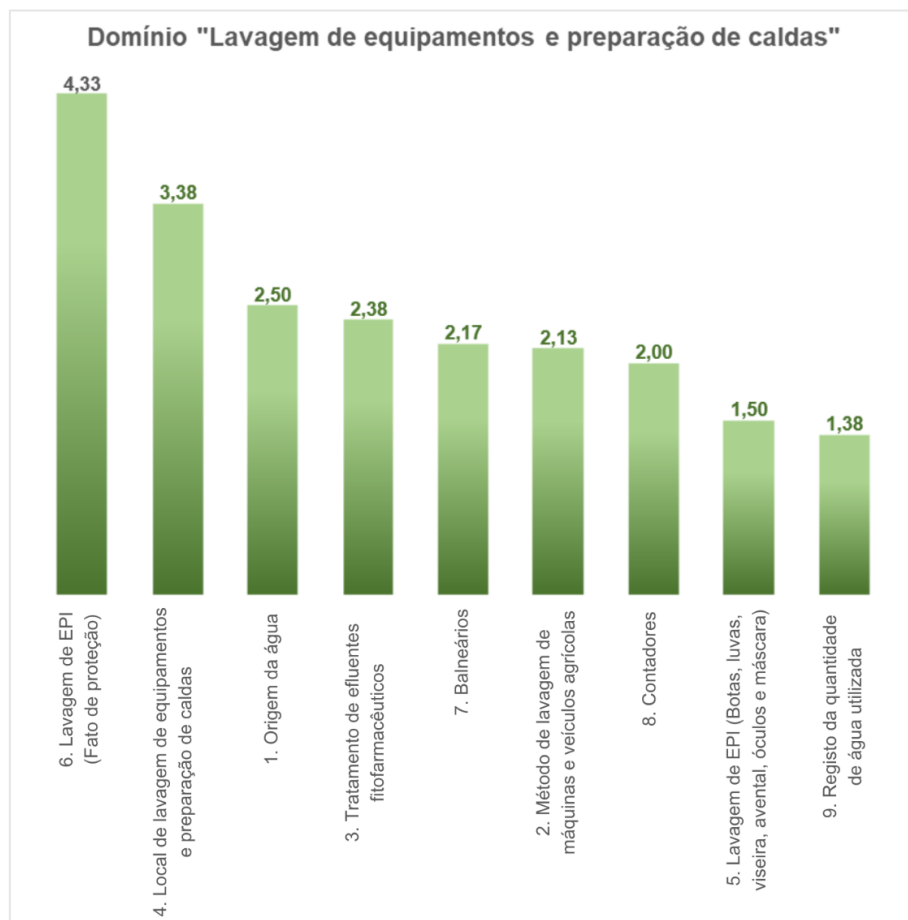


Gráfico 8. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Lavagem de equipamentos e preparação de caldas”
(Fonte: Eva Leite).

No domínio de lavagem de equipamentos e preparação de caldas o critério com maior índice médio (4,33) foi “lavagem de EPI (fato de proteção)”, devendo-se ao caso de metade dos produtores usarem fato descartável, não contabilizando para o cálculo do índice e pelos restantes utilizarem a máquina de lavar ou torneiras com redutor de caudal. O “local de lavagem de equipamentos e preparação de caldas” vem logo a seguir

com o valor 3,38, onde em cinco explorações já existe um local específico para tais funções. Com índices médios próximos, os mais baixos foram os critérios “lavagem de EPI (botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara)” e “registo de água utilizada”, com os valores de 1,50 e 1,38 respetivamente. Na lavagem de EPI, apenas um produtor utiliza o método mais eficiente com os restantes a utilizarem mangueiras/torneiras comuns. Especificamente para as práticas deste domínio a maioria ainda não faz o registo e se o fizerem, é com frequência mensal, justificando o valor médio reduzido.

Os critérios 2, 5 e 7, têm índices baixos, sendo que na maioria das explorações ainda não há implementação de tecnologias a alta pressão de água, que permitem reduzir consideravelmente o consumo de água, fator este que deveria ser considerado pelos produtores. De nove critérios, sete tem índices baixos, o que implica a necessidade de dar mais atenção e investimento a estas funções.

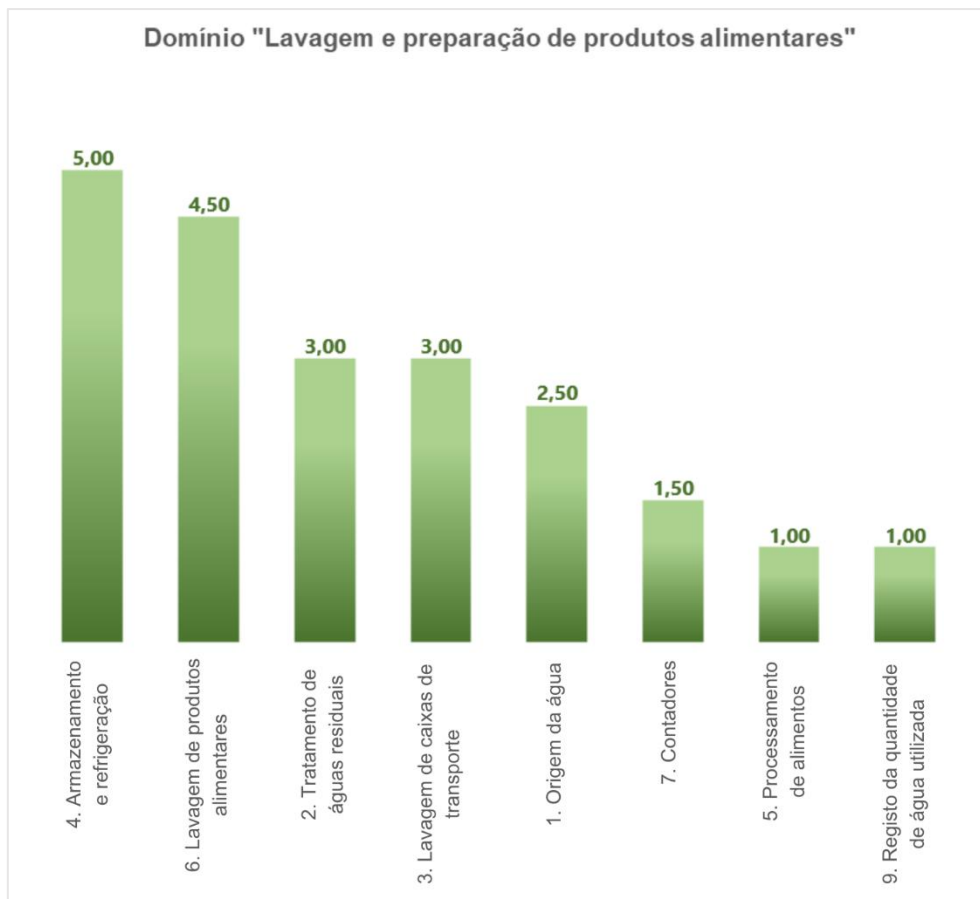


Gráfico 9. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Lavagem e preparação de produtos alimentares” (Fonte: Eva Leite).

Neste domínio, os maiores índices estão associados ao armazenamento e refrigeração dos produtos com o valor máximo e, à lavagem de produtos alimentares

(4,50). Os menores índices correspondem aos critérios “contadores” (1,50), “processamento de alimentos” e novamente, “registo da quantidade de água utilizada” com o valor igual a 1,00, verificando-se uma tendência.

Na lavagem dos produtos alimentares, predominam as máquinas com maior pressão de água e para refrigeração dos produtos, não há uso de água. Apenas existe uma exploração com contador, mas não há registo nenhum de água utilizada.

As médias obtidas para os índices deste domínio, foram fortemente influenciadas por apenas existir dois produtores que fazem lavagem e preparação de produtos alimentares nas próprias explorações, ou seja, os valores calculados para os critérios não são tão representativos comparativamente aos valores dos remanescentes domínios.

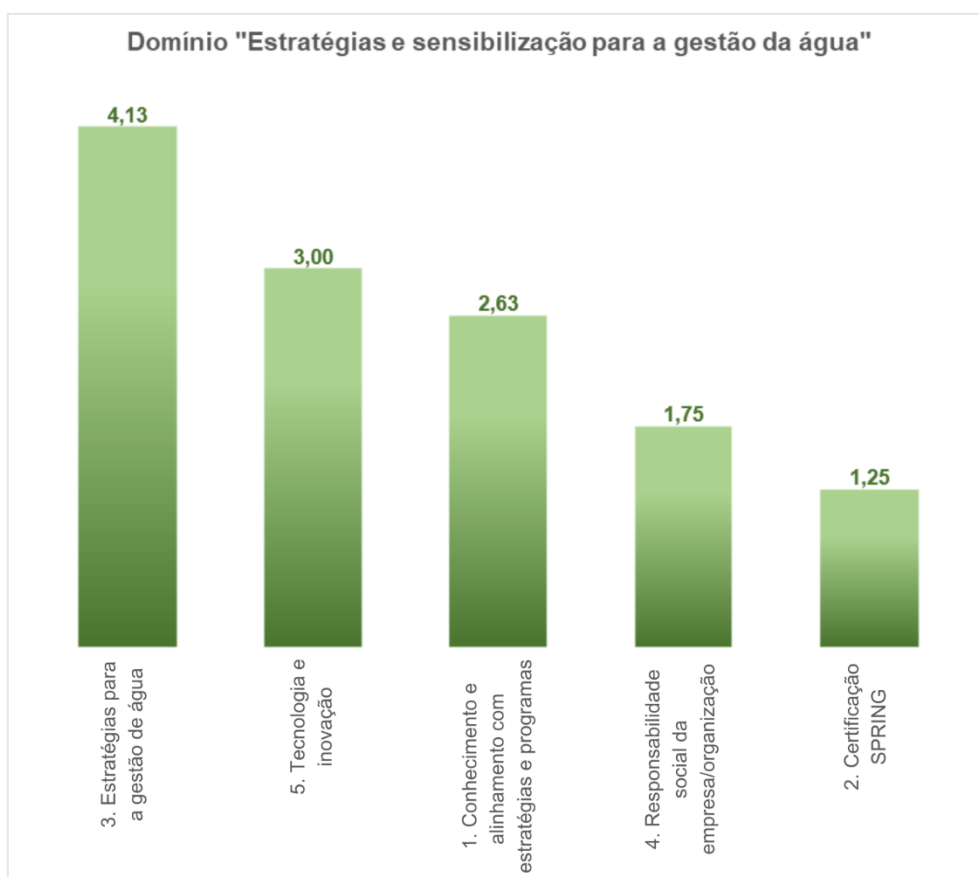


Gráfico 10. Índices médios obtidos para cada critério do domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água” (Fonte: Eva Leite).

Ao domínio “Estratégias e sensibilização para a gestão de água” os índices mais altos correspondem aos critérios “Estratégias para a gestão de água” (4,13) e “Tecnologia e inovação” (3,00), causado pela maioria (cinco) dos produtores afirmar ter uma estratégia para a gestão de água (efetuando os registos detalhados resultando em

ações de melhoria) e sempre que possível, seis fazerem investimentos em equipamentos mais eficientes no uso de água. Os índices mais baixos correspondem aos critérios “Certificação SPRING” (1,25) e “Responsabilidade social da empresa/organização” (1,75), nas quais sete dos oito produtores não tem a certificação SPRING e seis não efetuam qualquer tipo de ação de sensibilização sobre os recursos hídricos.

No geral, as médias baixas nos critérios de eficiência hídrica indicam a necessidade de ações estratégicas de forma a promover melhorias. Investir em tecnologia, sensibilizar os produtores, melhorias nas infraestruturas e a monitorização contínua, são passos essenciais para aumentar estes índices.

3.3. Fases IV e V: Validação dos critérios de avaliação e ajustes finais

Como anteriormente mencionado, após recolha e análise da informação (fase I e II) e elaboração dos critérios (fase III), realizou-se uma segunda reunião (entrevista online), com cerca de trinta minutos cada, com quatro de oito produtores nas datas representadas na **Tabela 15**. Nesta fase, confirmaram-se e validaram-se os índices definidos nos critérios, recebeu-se o feedback para possíveis ajustes do questionário, finalizando com a comunicação dos níveis de eficiência hídrica obtidos, descrição dos critérios com maior e menor desempenho e sugestões de melhoria levando em consideração a aplicabilidade a cada exploração.

Tabela 15. Datas das segundas reuniões com os produtores agrícolas por região hidrográfica (Fonte: Eva Leite).

Data	Região Hidrográfica
27/05/2024	RH4
27/05/2024	RH5
28/05/2024	RH7
28/05/2024	RH1

Em relação à segunda reunião, os agricultores afirmaram que se tratou de um questionário detalhado, mas simples de responder e que a classificação obtida correspondia à realidade das suas explorações, desse contacto, foi possível observar diferentes posturas e graus de sensibilidade. O produtor com maior nível de eficiência hídrica (RH7) não se mostrou surpreso em relação ao resultado, demonstrando confiança na eficiência das suas práticas e um grau alto de sensibilização. Com níveis

de eficiência mais baixos, dos restantes produtores, apenas um (RH1) exprimiu preocupação relativamente aos baixos resultados e interesse em adotar medidas para melhorar. Os restantes, admitiram que a disponibilidade de água nas suas regiões faz com que a eficiência no uso deste recurso ainda não seja uma prioridade, revelando um nível baixo de sensibilização.

Após a comunicação de ações de melhoria, os produtores concordaram com os pontos a melhorar e explicaram as suas limitações. Para a exploração da RH7 não é possível instalar painéis solares nem captar águas pluviais devido à falta de infraestruturas; dado o elevado custo, o produtor da RH1 não instala sondas na sua exploração. Foram, também, comunicadas práticas que irão implementar no futuro, por exemplo, a exploração da RH4, por estar no processo de certificação de produção integrada, vai passar a registar o consumo de água na sua exploração; a exploração da RH1 está em processo de certificação MPS¹⁸, revelando assim, o interesse por práticas mais sustentáveis.

O feedback dos agricultores revelou que é necessária uma maior conscientização sobre a importância da eficiência hídrica, mas também destacou várias barreiras que impedem ou dificultam a adoção de práticas mais eficientes. As principais necessidades identificadas incluem um maior acesso a informações, suporte financeiro para implementação de novas tecnologias e espaço para novas infraestruturas.

Posteriormente à segunda reunião, foram realizados os devidos ajustes (fase V), onde apenas foram alterados alguns índices dos critérios de avaliação. Os índices alterados com mais frequência foram os dos seguintes critérios: “estratégias para a gestão de água” e “responsabilidade social da empresa/organização”. Por fazerem parte de um domínio mais subjetivo, levou a interpretações variadas, influenciando o valor do índice.

De modo a conseguir comunicar os resultados finais a todos os agricultores, incluindo com os quais não foi possível reunir, elaborou-se um relatório para cada exploração (Projeto eficiência hídrica), com o nível de eficiência hídrica obtido, os índices por domínio, os critérios com menor desempenho e ações de melhoria por ordem de prioridade (Figura 39 a 47). A comunicação dos resultados a todos os agricultores foi efetuada via e-mail.

¹⁸ Certificação MPS - certificação ambiental que visa garantir a qualidade e a sustentabilidade de todo o sector da floricultura.

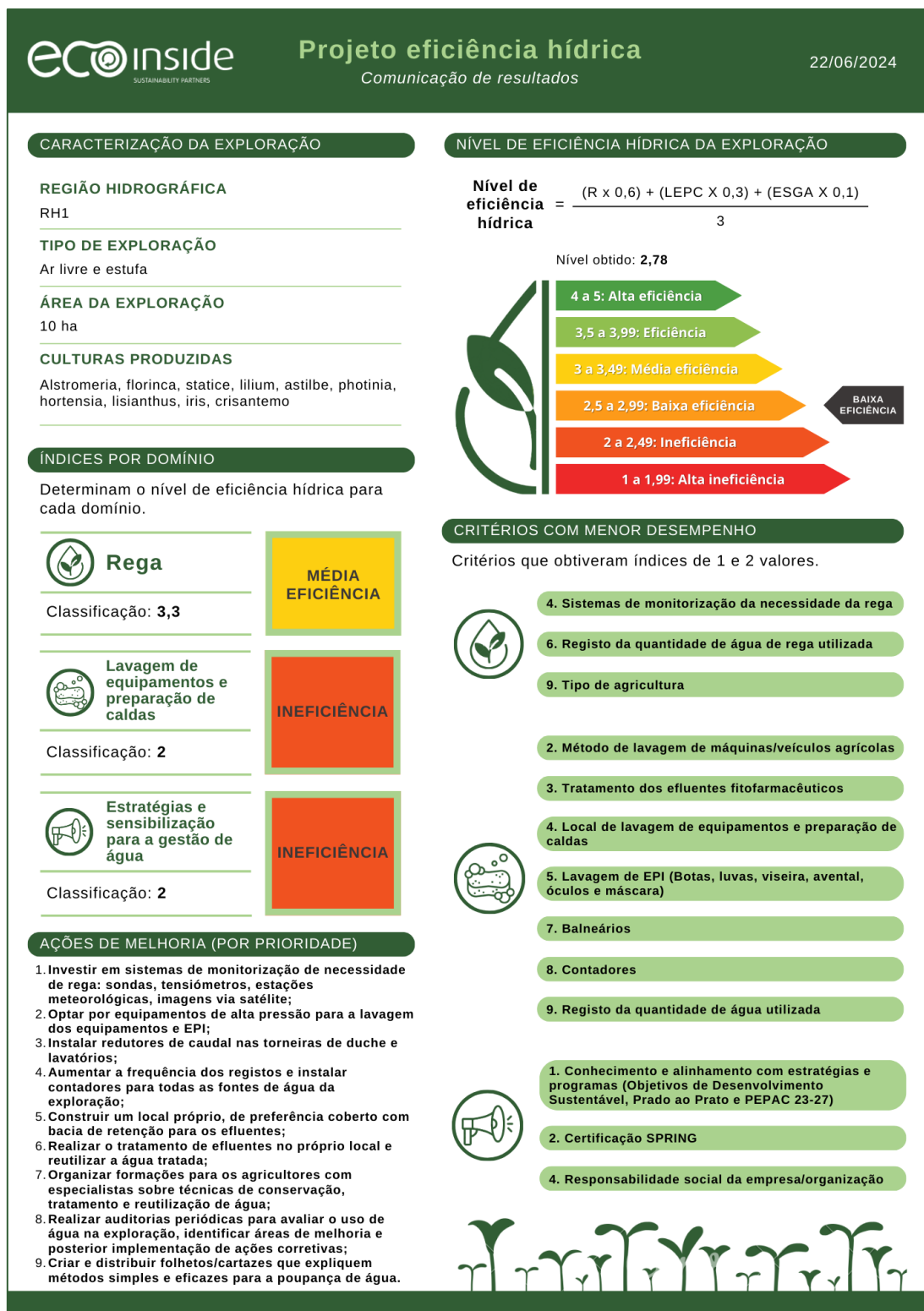


Figura 39. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH1 (Fonte: Eva Leite).

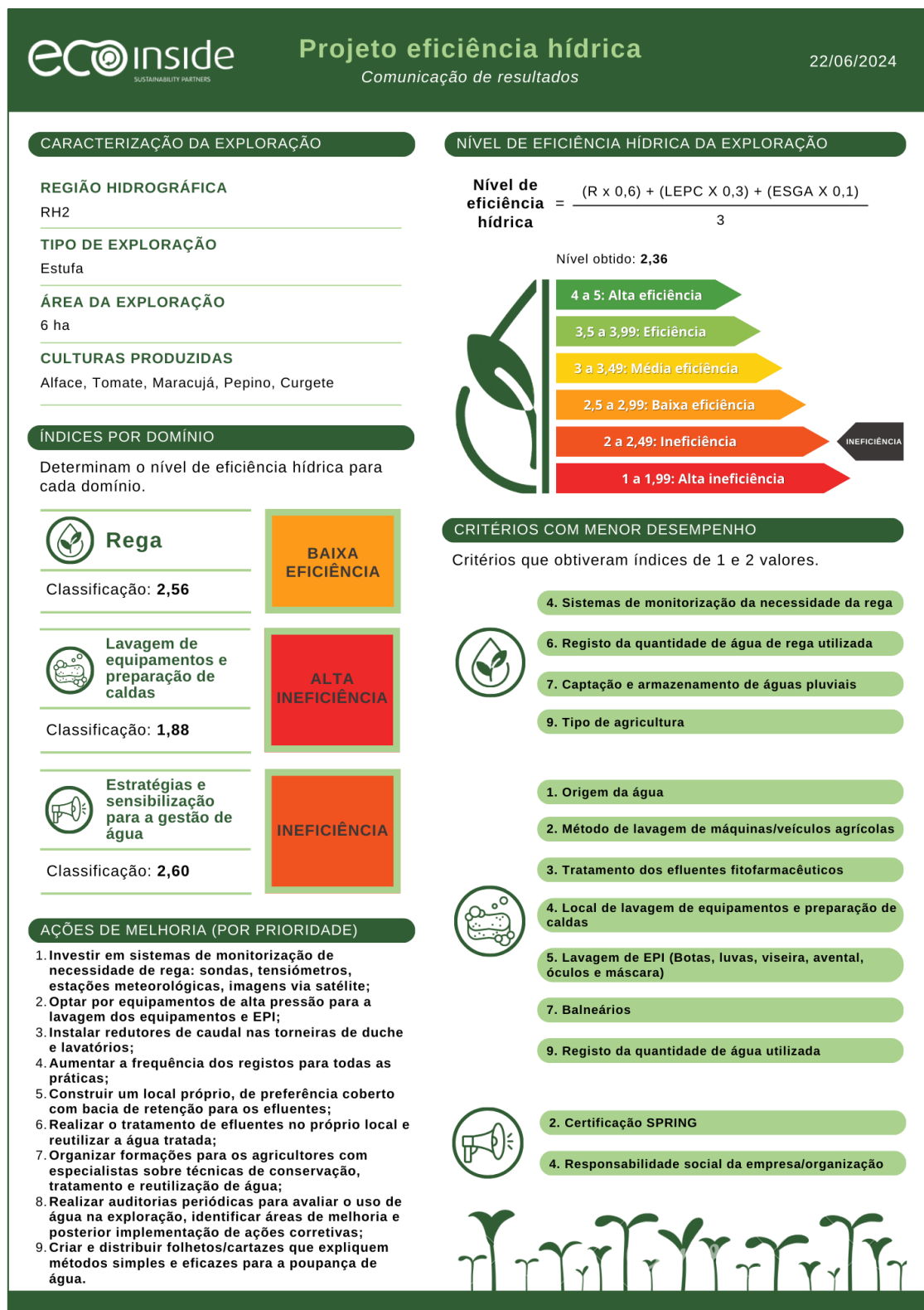
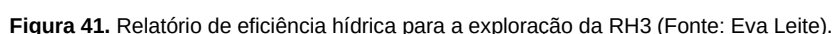


Figura 40. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH2 (Fonte: Eva Leite).



1/2

Figura 42. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH4 (continua) (Fonte: Eva Leite).

AÇÕES DE MELHORIA (POR PRIORIDADE)

1. Investir em sistemas de monitorização de necessidade de rega: sondas, tensiómetros, estações meteorológicas, imagens via satélite;
2. Optar pelo uso de fertirrega gota-a-gota
3. Optar por equipamentos de alta pressão para a lavagem dos equipamentos e EPI;
4. Instalar redutores de caudal nas torneiras de duche e lavatórios;
5. Aumentar a frequência dos registos e instalar contadores para todas as fontes de água da exploração;
6. Fazer a calibração anteriormente à lavagem, ou optar por um sistema com a capacidade de fazer ambas as funções (com lavagem no final)
7. Construir um local próprio, de preferência coberto com bacia de retenção para os efluentes;
8. Realizar o tratamento de efluentes no próprio local e reutilizar a água tratada;
9. Organizar formações para os agricultores com especialistas sobre técnicas de conservação, tratamento e reutilização de água;
10. Realizar auditorias periódicas para avaliar o uso de água na exploração, identificar áreas de melhoria e posterior implementação de ações corretivas;
11. Criar e distribuir folhetos/cartazes que expliquem métodos simples e eficazes para a poupança de água.

Figura 43. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH4 (conclusão) (Fonte: Eva Leite).

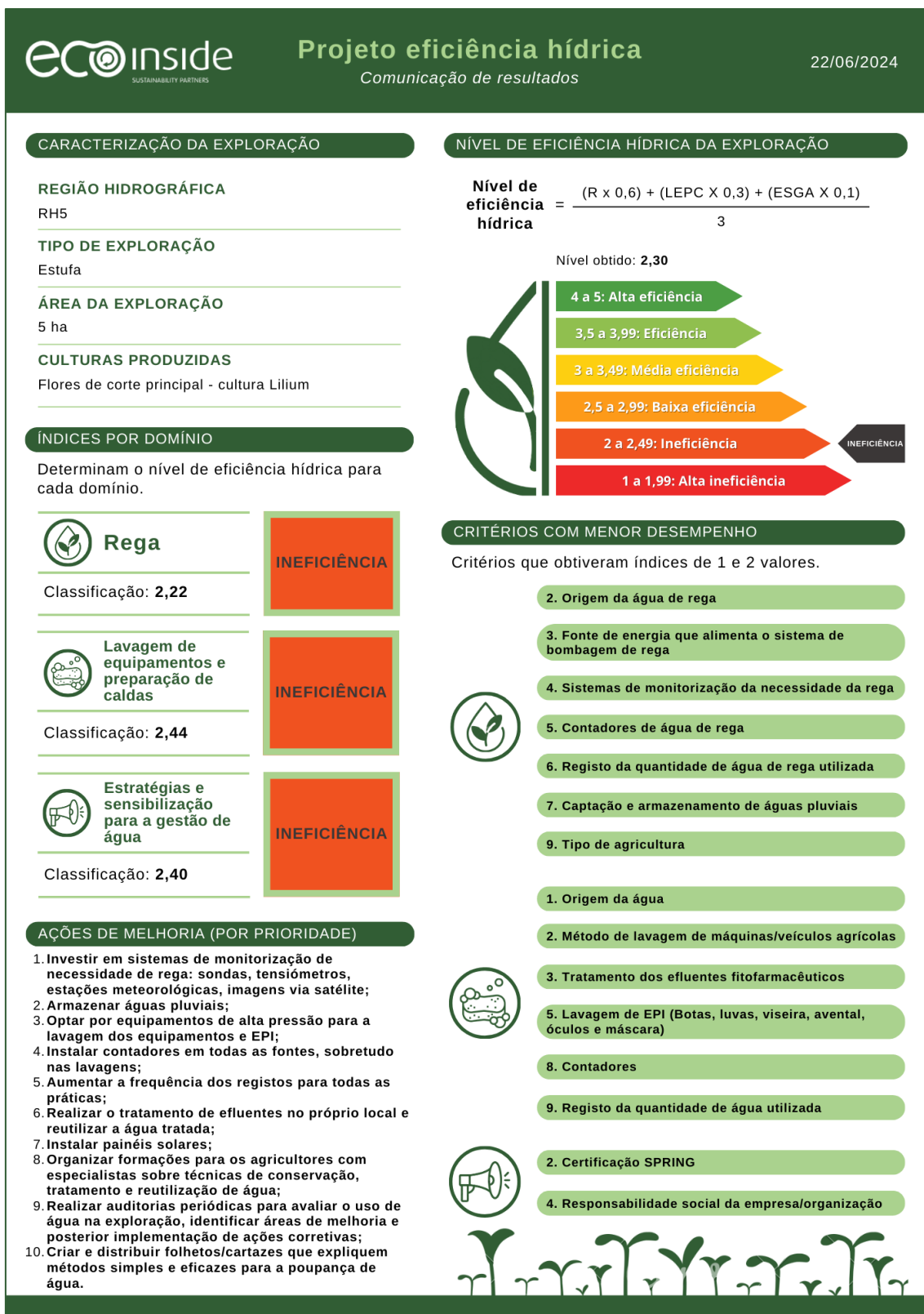


Figura 44. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH5 (Fonte: Eva Leite).

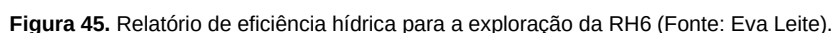


Figura 45. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH6 (Fonte: Eva Leite).

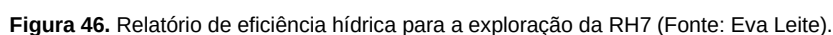


Figura 46. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH7 (Fonte: Eva Leite).

Figura 47. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH8 (Fonte: Eva Leite).

Figura 47. Relatório de eficiência hídrica para a exploração da RH8 (Fonte: Eva Leite).

4. Conclusão

Este trabalho contribuiu de forma significativa com uma estratégia de avaliação da gestão de recursos hídricos na agricultura, apresentando um sistema de avaliação que pode ser adaptado a vários tipos de explorações agrícolas. A importância de um sistema agregado de avaliação para um uso mais eficiente da água na agricultura é multifacetada e fundamental para garantir a sustentabilidade e produtividade agrícola.

Os resultados desta avaliação destacam a necessidade crítica de melhoria na eficiência hídrica nas explorações agrícolas avaliadas. A predominância de explorações classificadas como “ineficientes” indica um grande potencial para intervenções que podem aumentar a sua eficiência e sustentabilidade. Adotar tecnologias eficientes (rega gota-a-gota, lavagem a alta pressão, redutores de caudal nos balneários, sistemas de monitorização de necessidade de rega, instalação de contadores em todas as fontes), investir em capacitação (realização de formações e campanhas de sensibilização) e implementar políticas de gestão eficazes (definir uma estratégia, efetuar o registo detalhado de consumos periodicamente e investir em equipamentos eficientes) são passos essenciais para alcançar uma agricultura mais eficiente e sustentável. As boas práticas observadas na exploração da RH7 (classificada como “eficiente”) fornecem um bom exemplo para alcançar esses objetivos.

A agricultura não é apenas rega. Embora seja uma parte significativa do uso de água na agricultura, é essencial que os produtores prestem atenção particular a todos os outros domínios, de forma a otimizar ao máximo a sua exploração.

A agricultura é um dos maiores consumidores de água doce. A implementação de um sistema agregado de avaliação ajuda a reduzir o consumo excessivo de água, minimizando o impacto sobre os recursos hídricos e ecossistemas locais. Isso é crucial para a preservação dos recursos hídricos a longo prazo, especialmente em áreas sujeitas a escassez de água.

Como perspetivas futuras, recomenda-se a expansão do sistema de avaliação para incluir mais variáveis, além de promover a sua adoção em larga escala, por meio de programas governamentais e organizações agrícolas. A continuidade da pesquisa e o aprimoramento contínuo de métodos de gestão de recursos hídricos são essenciais para enfrentar os desafios emergentes relacionados com a escassez de água e segurança alimentar.

Referências Bibliográficas

- Agronegócios. (2015, julho 15). *Agropecuária*. Setores da agricultura e pecuária consomem 74,7% da água em Portugal. <http://www.agronegocios.eu/noticias/setores-da-agricultura-e-pecuaria-consomem-74-7-da-agua-em-portugal/>
- Agronegócios. (2020, abril 19). *O regadio*. A incerteza e a gestão da água. <http://www.agronegocios.eu/noticias/o-regadio-a-incerteza-e-a-gestao-da-agua/>
- AgroPós. (2022). *Irrigação por aspersão*. Irrigação por aspersão: saiba sobre esse assunto! <https://www.agropos.com.br/irrigacao-por-aspersao/>
- AJAP. (2019). *CADERNO TÉCNICO Orientações para uma Agricultura Sustentável*.
- Ali, M. H., & Talukder, M. S. U. (2008). Increasing water productivity in crop production- A synthesis. *Agricultural Water Management*, 95(11), 1201–1213. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.008>
- Almeida, D., Correia De Barros, M., & Dias, M. (2005). *MANUSEAMENTO DE PRODUTOS HORTOFRUTÍCOLAS*. www.principia.pt
- Ammar, A., Riksen, M., Ouessar, M., & Ritsema, C. (2016). Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. Em *International Soil and Water Conservation Research* (Vol. 4, Número 2, pp. 108–120). International Research and Training Center on Erosion and Sedimentation and China Water and Power Press. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.03.001>
- ANIPLA. (2016). Manual de Boas Práticas. *para o uso seguro e sustentável dos produtos fitofarmacêuticos de âmbito profissional*. https://cultivaraseguranca.pt/docs/cultivaraseguranca/Manual_cultivar_seguranca_2016.pdf
- ANP|WWF. (2019). *Vulnerabilidade de Portugal à Seca e Escassez de Água*. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/seca_e_escassez_1.pdf
- APA. (2012). *PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA RECURSOS HÍDRICOS*.
- APA. (2021a). *AVALIAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS ACTUAIS E FUTURAS E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ESCASSEZ WEI+*.

https://participa.pt/contents/consultationdocument/APA-WEI+_APub_7Dez2021_.pdf

APA. (2021b). *Estudo: Avaliação das disponibilidades hídricas atuais e futuras e aplicação do Índice de escassez WEI+*. https://www.rederural.gov.pt/images/Noticias/2021/Estudo_Avalia%C3%A7%C3%A3o_das_disponibilidades_h%C3%ADdricas_atuais_e_futuras_e_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_%C3%8Dndice_de_escassez_WEI.pdf

APA. (2021c). *Planos Regionais de Eficiência Hídrica*. <https://apambiente.pt/agua/planos-regionais-de-eficiencia-hidrica>

APA. (2021d). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água _ Agência Portuguesa do Ambiente*. <https://apambiente.pt/agua/programa-nacional-para-o-uso-eficiente-da-agua>

APA. (2021e). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água _ Antecedentes _ Agência Portuguesa do Ambiente*. Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água | Antecedentes. <https://apambiente.pt/agua/programa-nacional-para-o-uso-eficiente-da-agua-antecedentes>

APA. (2021f). *Regimes de Caudais Ecológicos*. <https://apambiente.pt/agua/regimes-de-caudais-ecologicos>

APA. (2021g). *Secas*. <https://apambiente.pt/prevencao-e-gestao-de-riscos/secas>

APA. (2022). *MINHO E LIMA (RH1) RESUMO NÃO TÉCNICO Participação Pública Abril | 2022*. www.apambiente.pt;

APA. (2023a). *Disponibilidades de águas superficiais e subterrâneas _ Relatório do Estado do Ambiente*. <https://rea.apambiente.pt/content/disponibilidades-de-%C3%A1guas-superficiais-e-subterr%C3%A2neas>

APA. (2023b). *Seca _ Relatório do Estado do Ambiente*. <https://rea.apambiente.pt/content/seca>

BCSD. (2022). *ODS • Objetivos Desenvolvimento Sustentável • BCSD Portugal*. 17 objetivos para um mundo mais sustentável e justo. <https://ods.pt/>

Borsato, E., Tarolli, P., & Marinello, F. (2018). Sustainable patterns of main agricultural products combining different footprint parameters. Em *Journal of Cleaner Production* (Vol. 179, pp. 357–367). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.044>

- Calouro, F. (2005). *Actividades Agrícolas e Ambiente: Vol. 1ª ed.*
- CAP. (sem data). *CHARCAS E PEQUENAS BARRAGENS*. Obtido 20 de Junho de 2024, de <https://www.cap.pt/storage/app/media/2022/Biodiversidade/7%20-%20Charcas%20e%20pequenas%20barragens.pdf>
- CAP. (2015). *HIGIENE NA PRODUÇÃO PRIMÁRIA DE HORTOFRUTÍCOLAS FRESCOS Código de Boas Práticas*.
- CDC. (2016, outubro 11). *Agricultural Water*. Where does agricultural water come from? <https://www.cdc.gov/healthywater/other/agricultural/index.html>
- Comissão Europeia. (sem data). *Em síntese: PLANO ESTRATÉGICO DA PAC DE PORTUGAL*. Obtido 13 de Fevereiro de 2024, de https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-04/csp-at-a-glance-portugal_pt.pdf
- Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro. (sem data). *Guia de Boas Práticas Uso Sustentável da Água*.
- COTHN. (sem data). *Código de Boas Práticas de Higiene (Processamento de HFF em fresco)*. Obtido 18 de Janeiro de 2024, de <https://www.cothn.pt/publicfiles/qnc1etocyebwdsfntzdr1o50pteipyfeyuijgnqe.pdf>
- Decade Programme on Advocacy, U.-W. (2014). *Water and Energy: A tale of two resources*. http://www.un.org/waterforlifedecade/water_and_energy_2014/1
- DGADR. (2022). *AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: Vol. Manual Formação*.
- DGADR. (2023). *SISTEMA DE RECONHECIMENTO DE REGANTES DOCUMENTO DE ORIENTAÇÃO TÉCNICA*. https://www.dgadr.gov.pt/images/docs/recon_regantes/sis_rec/Documento_Orientacao_Tecnica_UEA_set23.pdf
- DGAV. (2015). *Divisão de Gestão e Autorização de Produtos Fitofarmacêuticos Produtos fitofarmacêuticos de uso profissional Lei n.º 26/2013, de 11 de abril*. <http://www.dgv.min-agricultura.pt/http://www.biobeds.org/1st-workshop-2004http://www.fwi.co.uk/assets/getAsset.aspx?ItemID=5223323>
- DGAV. (2020). *CÓDIGO DE CONDUTA NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOFARMACÊUTICOS*. https://www.drapc.gov.pt/base/documentos/codigo_conduta_aplicacao_fitofarmacos_dgav.pdf

- Dudgeon, D. (2010). Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: Linking ecosystem structure and function. Em *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vol. 2, Números 5–6, pp. 422–430). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.09.001>
- Ecoinside. (2024). *Ecoinside - Sobre nós*. <https://www.ecoinside.pt/sobre-nos/>
- EDIA. (2020). *GUIA DE BOAS PRÁTICAS AGROAMBIENTAIS Blocos de Rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*.
- EDIA. (2021). *REGADIO 2030 Levantamento do Potencial de Desenvolvimento do Regadio de Iniciativa Pública no Horizonte de uma Década*. https://inforcna.pt/Media/Files/20211221_Regadio2030Consultapublica15Dez2021.pdf
- EEA. (2013). *Results and lessons from implementing the Water Assets Accounts in the EEA area From concept to production 2*.
- Eisenhauer, D. E., Martin, D. L., Heeren, D. M., Hoffman, G. J., & American Society of Agricultural and Biological Engineers. (2021). *Irrigation systems management*.
- Ercin, E., Chico, D., & Chapagain, A. K. (2019). Vulnerabilities of the European Union's economy to hydrological extremes outside its borders. *Atmosphere*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/atmos10100593>
- FAO. (2007). *World Water Day 2007*.
- FAO. (2011). *THE STATE OF THE WORLD'S LAND AND WATER RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE THE STATE OF THE WORLD'S LAND AND WATER RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE Managing systems at risk*.
- FAO. (2012). *Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018). *The future of food and agriculture—Alternative pathways to 2050*. <https://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>
- FAO. (2021). *FAO's Global Information System on Water and Agriculture*. Water use. <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>
- FAO, ©, Oah, / N, & Lam, S. (2023). *Objectives The work of WASAG supports the following SDGs*. <https://www.fao.org/3/cc4078en/cc4078en.pdf>

- GLOBALG.A.P. (2024). *Sustainable Program for Irrigation and Groundwater Use*. What is SPRING? <https://www.globalgap.org/what-we-offer/solutions/spring/>
- GPP. (2018a). *PEPAC _ Documentos _ PEPAC _ POLÍTICA AGRÍCOLA*. <https://www.gpp.pt/index.php/pepac/pepac-documentos#>
- GPP. (2018b). *PEPAC _ Plano Estratégico da PAC 2023-2027 _ PEPAC _ POLÍTICA AGRÍCOLA*. O que é o PEPAC Portugal? <https://www.gpp.pt/index.php/pepac/pepac-plano-estrategico-da-pac-2023-2027>
- GPP. (2023). *PEPAC Portugal 2023-2027 | Plano de Avaliação*. https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Plano_de_Avalia%C3%A7%C3%A3o_PEPAC/PEPAC_Portugal_2023-2027_PlanoAvalia%C3%A7%C3%A3o_vers%C3%A3o1_2_set2023.pdf
- Gulbenkian, F. C. (2020). *O USO DA ÁGUA EM PORTUGAL OLHAR, COMPREENDER E ACTUAR COM OS PROTAGONISTAS CHAVE*.
- Harris, F., Moss, C., Joy, E. J. M., Quinn, R., Scheelbeek, P. F. D., Dangour, A. D., & Green, R. (2020). The Water Footprint of Diets: A Global Systematic Review and Meta-analysis. Em *Advances in Nutrition* (Vol. 11, Número 2, pp. 375–386). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz091>
- Hoekstra, A. Y. (2008). *The water footprint of food*. <https://www.waterfootprint.org/resources/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf>
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1), 35–48. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9039-x>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aladaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *Manual de Avaliação da Pegada Hídrica*.
- INAG & MAOT. (2001). *PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA Versão Preliminar*.
- INE. (2021). Recenseamento agrícola 2019. Em *Recenseamento Agrícola - Análise dos principais resultados - 2019*.
- Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisinigh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. Em *Heliyon* (Vol. 9, Número 8). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>

- IPMA. (2020, Junho 19). *Seca e desertificação em Portugal*. https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/news.detail.jsp?f=/pt/media/noticias/arquivo/2020/seca_desertificacao_portugal_062020
- IPMA. (2023). *Instituto Português do Mar e da Atmosfera*. <https://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/apresentacao/definicao/>
- Jabal, Z. K., Khayyun, T. S., & Alwan, I. A. (2022). Impact of Climate Change on Crops Productivity Using MODIS-NDVI Time Series. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 8(6), 1136–1156. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-06-04>
- Jägermeyr, J., Pastor, A., Biemans, H., & Gerten, D. (2017). Reconciling irrigated food production with environmental flows for Sustainable Development Goals implementation. *Nature Communications*, 8. <https://doi.org/10.1038/ncomms15900>
- Layman, M. L., Ramsey, C. L., Freebury, P. C., Newman, D. H., & Newman, S. E. (2018). Two Stage Decontamination of Agricultural Equipment Using Power Washing Followed by Disinfectant Treatments. Em *Global Journal of Agricultural Innovation* (Vol. 5).
- Leão, P., & Morais, A. (2011). *MECAR-METODOLOGIA PARA A ESTIMATIVA DE ÁGUA DE REGA EM PORTUGAL MECAR-METHODOLOGY TO ESTIMATE THE IRRIGATION WATER CONSUMPTION IN PORTUGAL* Autores.
- Lehto, M., Sipilä, I., Alakukku, L., & Kymäläinen, H.-R. (2014). *Water consumption and wastewaters in fresh-cut vegetable production*.
- Liu, X., Liu, W., Tang, Q., Liu, B., Wada, Y., & Yang, H. (2022). Global Agricultural Water Scarcity Assessment Incorporating Blue and Green Water Availability Under Future Climate Change. *Earth's Future*, 10(4). <https://doi.org/10.1029/2021EF002567>
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Fiala, M. (2016). Water Footprint of crop productions: A review. Em *Science of the Total Environment* (Vols. 548–549, pp. 236–251). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.022>
- Marques Caires, J. (2011). *Adaptação do sistema de gestão de efluentes fitossanitários "Héliosec ® " a condições vitícolas na Herdade Vale da Rosa*.
- Mediterrâneo, W. (2010). *PEGADA HÍDRICA EM PORTUGAL*.
- Mekonnen, & Hoekstra. (2011a). *National Water Footprint Explorer*. National Water Footprint Accounts. <https://tools.waterfootprint.org/national-explorer/>

- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011b). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
- Meneses, Y. E., Stratton, J., & Flores, R. A. (2017). Water reconditioning and reuse in the food processing industry: Current situation and challenges. Em *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 61, pp. 72–79). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.008>
- Negula, I. D., Badea, A., Moise, C., & Poenaru, V. (2017). *EARTH OBSERVATION SATELLITE DATA IN SUPPORT OF WATER MANAGEMENT FOR AGRICULTURE*. <http://www.esa.int>
- ONU. (2018). *Guia sobre Desenvolvimento Sustentável*. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Pacific Institute. (2023). *Water Conflict Chronology*. <https://www.worldwater.org/conflict/map/>
- Pfister, S., Koehler, A., & Hellweg, S. (2009). Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. *Environmental Science & Technology*, 43(11), 4098–4104. <https://doi.org/10.1021/es802423e>
- Platis, D. P., Anagnostopoulos, C. D., Tsaboula, A. D., Menexes, G. C., Kalburtji, K. L., & Mamolos, A. P. (2019). Energy analysis, and carbon and water footprint for environmentally friendly farming practices in agroecosystems and agroforestry. Em *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Número 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su11061664>
- PORDATA. (2023a, Dezembro 27). *Produção das principais culturas agrícolas*. Produção das principais culturas agrícolas. <https://www.pordata.pt/portugal/producao+das+principais+culturas+agricolas-3357>
- PORDATA. (2023b, Dezembro 27). *Produtividade das principais culturas agrícolas*. Produtividade das principais culturas agrícolas. <https://www.pordata.pt/portugal/produtividade+das+principais+culturas+agricolas-3361>

- DGAV. (2024). *A Higiene dos Alimentos*.
<https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/generos-alimenticios/garantir-a-seguranca-dos-alimentos/regras-de-higiene/>
- Portal da Agricultura. (2022, Janeiro 11). *Uso Eficiente da Água*.
<https://agricultura.gov.pt/pt/uso-eficiente-da-agua>
- Raposo, J. (1989). *A rega em Portugal. Um Guia para o Agricultor*.
- REA. (2023). *Área agrícola em modo de produção biológico _ Relatório do Estado do Ambiente*. ÁREA AGRÍCOLA EM MODO DE PRODUÇÃO BIOLÓGICO.
- Revista Cultivar. (2020, Maio 6). *Limpeza e descontaminação correta de pulverizadores*.
<https://revistacultivar.com.br/artigos/limpeza-e-descontaminacao-correta-de-pulverizadores>
- Richter, B. D., Bartak, D., Caldwell, P., Davis, K. F., Debaere, P., Hoekstra, A. Y., Li, T., Marston, L., McManamay, R., Mekonnen, M. M., Ruddell, B. L., Rushforth, R. R., & Troy, T. J. (2020). Water scarcity and fish imperilment driven by beef production. *Nature Sustainability*, 3(4), 319–328. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0483-z>
- Rosset, J. S., Coelho, G. F., Greco, M., Strey, L., & Gonçalves Junior, A. C. (2014). Agricultura Convencional versus Sistemas Agroecológicos: Modelos, Impactos, Avaliação da Qualidade e Perspectivas. *Scientia Agraria Paranaensis*, 13(2), 80–94. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v13n2p80-94>
- Saron, E. S. (1998). *A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS METÁLICAS* (Vol. 10).
- Shimokhin, A., Zabudsky, A., Chervenchuk, V., & Evgenia, M. (2020). *Improved Control of Portal Washing Unit for Agricultural Machines Based on the Implementation of Neural Network Technologies*.
- SNAA. (2023). *Avisos agrícolas*. <https://kisstheground.com/choose-regeneration/>
- Sousa, J. (2023). *Governo tem relatório sobre uso eficiente de água na gaveta há três anos – ECO*.
- UNESCO. (2020). *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020*.
unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/att

ach_import_31e927ca-829f-41d6-aead-
05ab6301cedb?_=372882por.pdf&to=12&from=1

União Europeia. (2020). *Política Agrícola Comum Utilização dos dados Sentinel do Copernicus para acompanhamento das ajudas «superfícies» Benefícios esperados do novo método de acompanhamento Âmbito e método da auditoria.*
https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR20_04/SR_New_technologies_in_agri-monitoring_PT.pdf

Universidade de Lisboa. (sem data-a). *Rega por canteiros de nível.* Obtido 4 de Janeiro de 2024, de <https://fenix.isa.ulisboa.pt/qubEdu/conteudos-publicos/ficheiros?oid=3972844773395>

Universidade de Lisboa. (sem data-b). *Rega_classification.* Obtido 4 de Janeiro de 2024, de <https://fenix.isa.ulisboa.pt/qubEdu/conteudos-publicos/ficheiros?oid=3972844773108>

WWF. (2006). *Drought in the Mediterranean: WWF Policy Proposals.*

Anexo A – Pegadas hídricas dos produtos das principais culturas agrícolas

Tabela A1. Pegadas hídricas dos produtos das principais culturas agrícolas e respetiva pegada hídrica média (Fonte: adaptado de Hoekstra, 2008; Mekonnen & Hoekstra, 2011b, 2012) (Continua).

Culturas agrícolas	Pegada hídrica (l/kg)	Pegada hídrica média (l/kg)	Pegada hídrica média (%)
Cereais para grão			
Trigo	1827		
Centeio	1544		
Arroz	2497	1716,8	6
Aveia	1788		
Milho	1222		
Cevada	1423		
Hortícolas			
Tomate	214		
Alface	237		
Feijão-verde	561		
Cebola	272		
Cenoura	195		
Pimento	379		
Ervilha	595	344	1
Morango	347		
Alho	589		
Melancia	235		
Espinafre	292		
Pepino	353		
Nabo	195		
Abóbora	353		
Frutos frescos			
Pera	700		
Maçã	822		
Pêssego	910		
Cereja	1604	1535,5	5
Ginja	1411		
Ameixa	2200		
Damasco	1287		
Figo	3350		
Leguminosas secas			
Feijões	5053		
Ervilha seca	1979		
Grão-de-bico	4177	4270,8	14
Lentilhas	5874		
Culturas para indústria			
Tabaco	2925		
Colza	2271		
Girassol	3366	2497,8	8
Soja	2145		
Cana-de-açúcar	1782		
Culturas forrageiras	253	253	1

Tabela A1. Pegadas hídricas dos produtos das principais culturas agrícolas e respetiva pegada hídrica média (Fonte: adaptado de Hoekstra, 2008; Mekonnen & Hoekstra, 2011b, 2012) (Conclusão).

Culturas agrícolas	Pegada hídrica (l/kg)	Pegada hídrica média (l/kg)	Pegada hídrica média (%)
Citrinos			
Laranja	560	614	2
Tangerina	748		
Limão	642		
Toranja	506		
Frutos subtropicais			
Manga	1800	1181,8	4
Maracujá	967		
Ananás	255		
Banana	790		
Abacate	1981		
Kiwi	514		
Coco	2687		
Papaia	460		
Frutos de casca rija			
Nozes	4918	6321,7	21
Amêndoas	8047		
Avelãs	5258		
Pistáchios	11363		
Castanhas	2750		
Alfarroba	5594		
Frutos pequenos de baga			
Mirtilo	845	511,8	2
Framboesa	413		
Amora	276		
Groselha	499		
Physalis	526		
Batata	287	287	1
Vinha			
Uvas	2400	1635	5
Vinho	870		
Olival			
Azeitonas	3015	8757,5	29
Azeite	14500		

Anexo B – Recolha de informação (1ª entrevista)

Tabela B1. Respostas obtidas na primeira entrevista – caracterização das explorações por região hidrográfica (Fonte: Eva Leite).

Caracterização	Descrição	RH1	RH1 (Notas)	RH7	RH7 (Notas)	RH8	RH8 (Notas)	RH3	RH3 (Notas)	RH2	RH2 (Notas)	RH6	RH6 (Notas)	RH5	RH5 (Notas)	RH4	RH4 (Notas)
Dimensão da empresa	Pequeno agricultor/familiar, Associação de produtores, PME	Sociedade limitada		PME		PME com várias explorações		PME		Organização de produtores		PME		PME		Organização de produtores	328 sócios
Tipo de agricultura	Intensiva, Extensiva, Biológica, Regenerativa	Intensiva (estufa e ar livre)		Intensiva (ar livre)		Intensiva (ar livre)	Citros	Biológica		Intensiva e Biológica (misto)		Intensiva (maioria) e Extensiva		Intensiva (ar livre e estufa)		Maioria intensiva (ar livre e estufa)	
Certificações	GlobalG.A.P., Produção/Proteção Integrada, Biológica	Não	No processo de MPS	GlobalG.A.P., GRASP, Sineta, BRCGS e Spring		GlobalG.A.P. e Produção Integrada		Biológica na produção própria e GRASP, BRCGS e Spring	Em breve terão GlobalG.A.P., GRASP e Spring	Maioria GlobalG.A.P.; Alguns biológica, GRASP, Produção Integrada	Sem spring	GlobalG.A.P. e GRASP	Não			GlobalG.A.P.; GRASP e Produção Integrada (maioria)	Sem spring, mas serão obrigados a ter por conta do IDL
Área (ha)		10		40		320 a 340		14,5	2,5 em prod. 5 plantação, 7 terreno parado	150	50 ha em estufa e 100 ha em ar livre	90		3 e 2 estufa		750-780	
Culturas produzidas		Floricultura		Vinho (lva de mesa)		Citros (laranja, tangerina, d'avenha)	1% de roma	Mirtilo, Morango e Framboesa		Hortícolas, kiwi, espargos, mirtilo	Excluído: batata, cenoura e cebola	Hortícolas: batata (doce também), cebola e nabos		Flors (lilo - Coras Imperial)		Kivi, amarelo, verde, Matadaj e Limbo	
Processos onde utiliza água	P. e. Rega; Fertilização; Lavagem de equipamentos; Colheitas mecânicas dos produtos; Rega; Canteiros e Banheiros	Lavagem de equipamentos; Tratamentos fitossanitários; Rega; Canteiros e Banheiros		Fertilização; Lavagem de equipamentos para fazer as aplicações; Rega e escritórios		Rega; Fertilização; Lavagem de equipamentos; Canteiros e Banheiros	Captação subterrânea com central de tratamento de água e rede municipal	Pulverização; Rega; Lavagem de equipamentos e instalações		Rega; Lavagem pós colheita (alface, alho e espargo); Central: volantes a ser lavados; colheita (tomates, pimentos ou não ser)	Explorações: zona social; Central: equipamentos e instalações	Rega; Lavagem de equipamentos e instalações		Furo (rega) e Água da rede (instalações)		Rega; Banheiros e Armazém após colheita das flores (rede)	Rega; Escritórios; Canteiro; Banheiros; Preparação das caldas e banho antes de entrar em conservação
Origem da água	Furo; Rede; Charca; Poço; Regadio coletivo	Reservatórios; Furo artesiano; Poços	Cantinas e casas de banho (água da rede)	Regadio coletivo no Alqueva	Tem de respeitar um volume máximo anual (diminui em 30% em situação de seca)	Furos; Regadio coletivo e água da rede	Cotação máxima de 6 mil m3/ano para furo e regadio coletivo	Poço e Água da rede (instalações)	Em processo de fazer furo, por causa do aumento das explorações	Explorações agrícolas, poços, furos e alguns têm minas ou nascente	Instalações: água municipal	Furos (rega) e Água da rede (instalações)		Furo (rega) e Água da rede (instalações e Armazém)		Furo e poço (maioria, para os banhos e rega)	Cantina, escritórios, banheiros e água da rede
Sistema de captação de água	Sim ou Não	Sim	Se havia poços mas agora já há um furo	Não	Não há infraestruturas (furo insuficiente)	Não		Não		Sim: A maioria reservatórios, alguns têm charcas	Tem bomba a abastecer (os de kiwi e mirtilo tem charcas maiores e hortícolas são menores)	Não	Não	Não		Sim	Charcas e reservatórios (maioria não tem)
Tipo de rega	Gravidade; Aspersão; Gota-a-gota	Gota-a-gota (maioria)	Mico-aspersão em 2 ml metros	Gota-a-gota	Dotação igual em todas as parcelas	Gota-a-gota	Em toda a área	Gota-a-gota		Gota-a-gota (maioria); algumas com aspersão	Fazem furo e regadio	Maioria pivô 80%, microaspersão 20%		Maioria Gota-a-gota e microaspersão		Microaspersão	
Funcionamento do sistema energético que alimenta a rega	Tipo de energia consumida. Renovável/Fóssil	Renovável e fóssil	154 painéis solares, a energia fóssil serve apenas para sustentar as necessidades	Sem energia usada	Gravidade	Renovável e fóssil	Energia da rede e Sistema fotovoltaico (furo residual)	Energia fóssil	Em processo de meter painéis	Unidades com energia elétrica da rede e a maioria já tem unidade com painéis		Energia da rede (fóssil)		Energia da rede (fóssil)		Rede (maioria) e Painéis (alguns)	
Sistema de monitorização da necessidade da rega	Sim ou Não. Estações meteorológicas; Sondas; Sistema por satélite	Não	Tem interesse em instalar	Sim	Sondas em vários locais	Sim	Sondas em alguns locais e extrapolem para o resto	Não	Em processo de meter sondas e estações (Viscop)	Alguns têm sondas e pluviómetros	Ainda há grande margem de progressão	Sim		Satélite que observa a humidade através da		Não	
Contadores	Sim ou Não. Se sim, regista informação?	Sim	Registam a informação	Sim	Fazem estimativas das necessidades da rega por hectares (para não ultrapassarem o volume máximo permitido)	Sim	Têm de reportar a cada anual a APA	Sim para a fertilização, mas no poço não	No furo vão ter que ter, mas a água da poço não é contabilizada	Os com PROD têm de ter contadores e os que tem furos não tem, mas também, nos furos dados estão nos cadernos de campo.	Pensa que alguns são ambíguos, melhoram pequenos, mas se se alinhada com os objetivos	Sim		Sim	Nos mais antigos não há	Sim	Apenas da rega
Conhecimento /alinhamento com estratégias e objetivos	ODS, Estratégia do Prado ao Pato, PEPAAC 23-27	Não	Entende a pressão sobre os fitofármacos e sobre o consumo de energia/água e sente-se sensibilizada	Sim		Não		Não		Sim			Não tem conhecimento dos ODS e PEPAAC 23/27, alguma noção do Prado ao Pato		Não		Por conta da produção integrada têm de ter contadores à saída e vão futuramente registar

Tabela B2. Respostas obtidas na primeira entrevista – gestão de água por região hidrográfica (Fonte: Eva Leite).

Gestão da água	Descrição	RH1	RH1 (Notas)	RH7	RH7 (Notas)	RH8	RH8 (Notas)	RH3	RH3 (Notas)	RH2	RH2 (Notas)	RH6	RH6 (Notas)	RH5	RH5 (Notas)	RH4	RH4 (Notas)
Já existiu algum período em que não foi possível regar devido à falta de água?	Sim ou Não. Se sim, com que frequência? Em que período? Durante quanto tempo?	Sim	Ano mais sentido em 2022. Anualmente há 5 meses sem chuva, para combater priorizou culturas mais exigentes em água e fez um reservatório maior.	Não		Sim	Rara frequência. Implicou menos débito em variedades específicas	Sim	Foi por pouco tempo (finais de julho e início de agosto). Vão construir um futuro furo como meio de prevenção.	Não	Houve produtores que tiveram de fazer uma gestão mais eficiente, ex: um reaproveitou água de drenagem em cultura de hidroponia.	Não	Nas cebolas plantadas em novembro, as temperaturas altas nos meses de janeiro/fevereiro, fez com que se desenvolvessem prematuramente e com as temperaturas a descer novamente, afetou a produção. Pragas.	Não	Em 2011 houve uma alteração na profundidade do furo mas não foi devido à falta de água.	Não	Sofrem do contrário, no inverno, há excesso de água
Teve alguma queda de produção devido a temperaturas altas?	Ou outros fatores	Não	Houve queima de algumas hortências, mas não implicou uma quebra da produção. Não é costume haver dias seguidos de temperaturas altas, mas usa-se a microaspersão e as sombras para combater.	Sim	Direta: queima das uvas. O fruto já foi afetado, não ficou com o calibre certo. Já afetou a planta para a produção do ano seguinte	Sim	Causou dificuldade em obter certos calibres, stress hídrico nas árvores, atrasou cerca de 2 semanas a maturação da fruta. Abril a Setembro com temperaturas altas. Não houve estratégias aplicadas devido aos custos e à possível necessidade de um maior uso da água. Uso de bioestimulantes como alternativa ao aumento da rega. Possibilidade de compensar as altas temperaturas com aspersores mas sem meios para tal.	Sim	Não houve grande queda de produção à conta das temperaturas de verão mas sim pelas chuvas de verão e temperaturas altas de outono, causando doenças.	Sim	Jan/Fev quentes, o aumento das temperaturas faz-se sentir mais no período do inverno Nov, Dez, Jan. Chuvas no mês de Jun/Jul prejudicam também (ex: mirtilos, o ciclo encurtado e tiveram que fazer a colheita numa semana).	Sim	Em termos de quantidade não, mas em termos de qualidade houve alteração das culturas. As pragas estão cada vez mais difíceis de controlar.	Não	O kiwi exige horas de frio, e no inverno há falta de frio, no verão o calor afeta a produção e usam sílico por causa das plantas. As geadas tardias afetam quando o kiwi está em floração.	Sim	
Tem conhecimento dos equipamentos meteorológicos úteis à gestão mais eficiente da água?	Sondas; Estação meteorológica; Caudalímetros	Sim	Tem interesse em instalar	Sim	Já utiliza	Sim	Já utiliza	Sim	Está em processo de aplicar.	Sim	Alguns produtores já tem.	Sim	Satélite	Sim	Sensor da radiação solar	Alguns produtores tem conhecimento, outros não	
Recebe algum apoio/subsídio para a gestão mais eficiente da água?	Sim ou Não. Se sim, qual?	Não	Havia um programa para fazer reservatórios para grandes explorações, porém já tinham os reservatórios construídos. Beneficiou de programas para investimentos em energia renovável, que financiaram uma parte do investimento.	Sim	Subsídios de IFAP (específicos para tudo o que esteja relacionado com a rega). Existe controlo por parte de um auditor que é a CERTIS.	Sim	Candidatura a eficiência hídrica para medida das explorações (medida de apoio) / A partir dos 20 ha os subsídios caem / Custo de reportar os resultados maiores que o subsídio que recebem.	Não	Apenas pela agricultura biológica (não pela eficiência hídrica).	Não	Pequenos subsídios (sobretudo prod e biológica) e nenhum é de eficiência hídrica.	Não		Não	Não há apolos nenhuns	Principalmente subsídios de produção integrada e há um produtor que recebe um subsídio para "regantes"	

Anexo C – Questionário de eficiência hídrica

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

Este questionário destina-se a recolher informações para fins específicos do projeto de eficiência hídrica que a Ecoinside está a desenvolver. Todas as informações fornecidas serão tratadas com confidencialidade.

O questionário encontra-se subdividido em 4 secções:

1. Rega
2. Lavagem de equipamentos e preparação de caldas
3. Lavagem e preparação de produtos alimentares
4. Estratégias e sensibilização para a gestão de água

Por favor, leia com atenção todas as perguntas e responda o mais adequado possível à realidade.

Se tiver alguma dúvida sobre este questionário ou o seu preenchimento, por favor, entre em contacto com pedrogomes@ecoinside.pt e/ou up201905762@edu.fc.up.pt

Agradecemos a sua colaboração e participação neste projeto!

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. Nome da empresa/organização *

2. Tipo de exploração (ar livre/estufa) *

3. Área da exploração *

4. Cultura(s) produzida(s) *

https://docs.google.com/forms/d/13jS4Ww6OSqLCteCiksG1vGihvaWF7bczS8_Duu6SexA/edit

1/16

Figura C1. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

Rega

5. Tipo de rega *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Aspersão (rampas rotativas ou rampas fixas)
- ☐ Microaspersão
- ☐ Por alagamento
- ☐ Canhão de rega
- ☐ Gota-a-gota
- ☐ Outra: _____

6. Origem da água de rega *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Rede pública
- ☐ Regadio coletivo
- ☐ Poço/furo e armazenamento
- ☐ Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes
- ☐ Poço/furo
- ☐ Outra: _____

7. Fonte de energia que alimenta o sistema de bombagem de rega *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Não é necessário nenhum sistema de bombagem
- ☐ Exclusivamente painéis
- ☐ Maioria painéis e minoria rede pública/combustível
- ☐ Maioria rede pública/combustível e minoria painéis
- ☐ Rede pública/Combustível
- ☐ Outra: _____

https://docs.google.com/forms/d/13jS4Ww6OSqLCteClksG1vGihvaWF7bczS8_Duu6SexA/edit

2/16

Figura C2. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

8. Sistemas de monitorização de necessidade de rega *

Marcar apenas uma oval.

☐ Utilização de imagens de satélite com acesso remoto

☐ Sistema de sondas do tipo TDR/FDR/Capacitivas

☐ Tensiómetros

☐ Estação meteorológica

☐ Ausência de sistemas ou apenas análise visual

☐ Outra: _____

9. Contadores de água de rega *

Marcar apenas uma oval.

☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo

☐ Tem um contador geral e faz o registo

☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo

☐ Tem um contador geral mas não faz o registo

☐ Ausência de contador

☐ Outra: _____

10. Registo da quantidade de água de rega utilizada *

Marcar apenas uma oval.

☐ Por rega

☐ Diário

☐ Semanal

☐ Mensal

☐ Sem registos

☐ Outra: _____

https://docs.google.com/forms/d/13jS4Ww6OSqLCteClksG1vGlihvaWF7bczS8_Duu6SexA/edit
3/16

Figura C3. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

11. Captação e armazenamento das águas pluviais *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Armazenamento em charcas impermeabilizadas
- ☐ Armazenamento em charcas não impermeabilizadas
- ☐ Ausência de charcas mas com sistema de recolha (ex: sistema de caleiras, cisternas)
- ☐ Armazenamento em tanque de pedra a céu aberto
- ☐ Sem captação e sem armazenamento das águas pluviais
- ☐ Outra: _____

12. Utilização da água captada/armazenada *

Responder "não aplicável" em caso de não haver captação/armazenamento das águas pluviais

Marcar apenas uma oval.

- ☐ A água é prioritária para rega e a restante é repartida para as remanescentes funções
- ☐ A totalidade da água é utilizada para todas as funções da exploração
- ☐ Utilização para várias funções que não a rega
- ☐ Utilização para uma única função que não a rega
- ☐ A água captada/armazenada não é utilizada
- ☐ Não aplicável (não há captação)
- ☐ Outra: _____

Figura C4. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

13. Tipo de agricultura *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Regenerativa
- ☐ Biológica
- ☐ Extensiva
- ☐ Maioria intensiva e minoria biológica
- ☐ Intensiva
- ☐ Outra: _____

14. Natureza e modo de aplicação de fertilizantes *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Orgânicos sem necessidade de utilização de água
- ☐ Orgânicos com utilização de fertirrega gota-a-gota
- ☐ Sintéticos convencionais com utilização de fertirrega gota-a-gota
- ☐ Sintéticos convencionais com utilização de fertirrega de aspersão
- ☐ Sintéticos convencionais aplicados via solo/via foliar
- ☐ Outra: _____

Lavagem de equipamentos e preparação de caldas

15. Origem da água *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Rede pública
- ☐ Regadio coletivo
- ☐ Poço/furo e armazenamento
- ☐ Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes
- ☐ Poço/furo
- ☐ Outra: _____

https://docs.google.com/forms/d/13jS4Ww6OSqLCteCiksG1vGIhvaWF7bczS8_Duu6SexA/edit

5/16

Figura C5. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

16. Método de lavagem de máquinas e veículos agrícolas *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Uso de ar comprimido de forma a remover resíduos e detritos acumulados seguido de lavagem com lavadora de alta pressão de água quente
- ☐ Uso de ar comprimido de forma a remover resíduos e detritos acumulados seguido de lavagem com lavadora de alta pressão de água fria
- ☐ Lavadora de alta pressão de água quente
- ☐ Lavadora de alta pressão de água fria
- ☐ Mangueira comum
- ☐ Outra: _____

17. Tratamento de efluentes fitofarmacêuticos *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Tratamento no próprio local em tanques com processos de evaporação, degradação biológica e desidratação e posterior valorização na exploração (ex: Heliosecc, Phytobac, Osmofilm)
- ☐ Recolha e armazenamento sem diluição em recipiente próprio e posterior encaminhamento para entidades licenciadas de gestão e valorização dos resíduos perigosos
- ☐ ETAR
- ☐ Diluição com água e aplicação sobre coberto vegetal não destinado ao consumo humano e animal
- ☐ Rejeição em linha de água
- ☐ Outra: _____

Figura C6. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

18. Local de lavagem de equipamentos preparação de caldas *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Existência de um local específico coberto para manipulação e preparação das caldas, enchimento e lavagem de pulverizadores/equipamentos com bacia de retenção de modo a evitar a contaminação do solo, águas subterrâneas ou superficiais
- ☐ Existência de um local específico a céu aberto para manipulação e preparação das caldas, enchimento e lavagem de pulverizadores/equipamentos com bacia de retenção de modo a evitar a contaminação do solo, águas subterrâneas ou superficiais
- ☐ Preparação no campo com mudança regular de local, sempre afastado de fontes, poços e cursos de água
- ☐ Preparação no campo no mesmo local, sempre afastado de fontes, poços e cursos de água
- ☐ Preparação no campo no mesmo local, com fontes, poços e cursos de água a menos de 10 metros
- ☐ Outra: _____

19. Lavagem de EPI (Botas, luvas, viseira, avental, óculos e máscara) *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Mangueira com pistola pulverizadora de caudal regulável
- ☐ Mangueira/Torneira com redutor de caudal
- ☐ Mangueira/Torneira
- ☐ Outra: _____

Figura C7. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

20. Lavagem de EPI (Fato de proteção) *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Máquina de lavar
- ☐ Mangueira/Torneira com redutor de caudal
- ☐ Mangueira/Torneira
- ☐ Fato descartável
- ☐ Outra: _____

21. Balneários *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Torneiras de duche e lavatórios com redutor de caudal e autoclismo com dupla descarga
- ☐ Torneiras de duche e lavatórios com redutor de caudal e autoclismo com descarga completa
- ☐ Torneiras de duche e lavatórios temporizadas com botão de pressão e autoclismo com dupla descarga
- ☐ Torneiras de duche e lavatórios temporizadas com botão de pressão e autoclismo com descarga completa
- ☐ Torneiras de duche e lavatórios sem temporizador e autoclismo com descarga completa
- ☐ Outra: _____

Figura C8. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

22. Contadores de água *

Contadores apenas para a lavagem de equipamentos e preparação de caldas

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo
- ☐ Tem um contador geral e faz o registo
- ☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo
- ☐ Tem um contador geral mas não faz o registo
- ☐ Ausência de contador
- ☐ Outra: _____

23. Registo da quantidade de água utilizada *

Registo apenas para a lavagem de equipamentos e preparação de caldas

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Por utilização
- ☐ Diário
- ☐ Semanal
- ☐ Mensal
- ☐ Sem registos
- ☐ Outra: _____

Lavagem e preparação dos produtos alimentares

24. Na sua exploração ou na zona de armazenamento efetua a lavagem e preparação de produtos alimentares? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim Avançar para a pergunta 25
- ☐ Não Avançar para a pergunta 33

Lavagem e preparação de produtos alimentares

https://docs.google.com/forms/d/13jS4Ww6OSqLCteCiksG1vGIhvaWF7bczS8_Duu6SexA/edit

9/16

Figura C9. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

25. Origem da água *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Rede pública
- ☐ Regadio coletivo
- ☐ Poço/furo e armazenamento
- ☐ Charcas, armazenamento de água da chuva ou reaproveitamento de efluentes
- ☐ Poço/furo
- ☐ Outra: _____

26. Tratamento de águas residuais *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ ETAR própria com posterior reutilização da água
- ☐ ETAR
- ☐ Rejeição em linha de água
- ☐ Outra: _____

27. Lavagem de caixas de transporte *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Lavagem mecanizada a alta pressão (regulável)
- ☐ Lavagem mecanizada
- ☐ Lavagem manual
- ☐ Não há lavagem de caixas ou caixas de uso único
- ☐ Outra: _____

Figura C10. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

28. Armazenamento e refrigeração *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Câmara de refrigeração com ar frio
- ☐ Pulverização com água fria com recirculação de água
- ☐ Pulverização com água fria sem recirculação de água
- ☐ Imersão em água fria com recirculação de água
- ☐ Imersão em água fria sem recirculação de água
- ☐ Outra: _____

29. Processamento de alimentos *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sistema agregado com transporte, calibração seguido de lavagem
- ☐ Sistemas individuais para os diferentes processos com lavagem posterior à calibração
- ☐ Sistemas individuais para os diferentes processos com lavagem anterior à calibração
- ☐ Não há necessidade de água para transporte e calibração dos alimentos
- ☐ Outra: _____

30. Lavagem de produtos alimentares *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Lavagem mecanizada com jato de água
- ☐ Lavagem mecanizada por pulverização
- ☐ Lavagem mecanizada por imersão
- ☐ Lavagem manual por imersão
- ☐ Lavagem manual
- ☐ Não há lavagem de produtos alimentares
- ☐ Outra: _____

Figura C11. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

31. Contadores de água *

Contadores apenas para a lavagem e preparação de produtos alimentares

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água e faz o registo
- ☐ Tem um contador geral e faz o registo
- ☐ Tem contadores individuais em todas as fontes de água mas não faz o registo
- ☐ Tem um contador geral mas não faz o registo
- ☐ Ausência de contador
- ☐ Outra: _____

32. Registo da quantidade de água utilizada *

Registo apenas para a lavagem e preparação de produtos alimentares

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Por utilização
- ☐ Diário
- ☐ Semanal
- ☐ Mensal
- ☐ Sem registos
- ☐ Outra: _____

Estratégias e sensibilização para a gestão de água

Figura C12. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

33. Conhecimento e alinhamento com estratégias/programas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Prado ao Prato e PEPAC 23-27) *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Tem conhecimento das estratégias mencionadas, já participou de eventos/formações e tem acompanhamento neste âmbito
- ☐ Tem conhecimento das estratégias mencionadas, já participou de eventos/formações mas sem acompanhamento neste âmbito
- ☐ Tem conhecimento das estratégias mencionadas, não participou de eventos/formações e não tem acompanhamento neste âmbito
- ☐ Não tem conhecimento de nenhuma estratégia mas compreende os riscos e oportunidades para o setor agrícola
- ☐ Não tem conhecimento de nenhuma estratégia
- ☐ Outra: _____

34. Certificação SPRING *

SPRING: Certificação com base na eficiência hídrica (módulo adicional do GlobalG.A.P.: SPRING – Programa Sustentável para a Rega e Utilização de Águas Subterrâneas).

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Tem certificação SPRING
- ☐ Está neste momento no processo para obter a certificação SPRING
- ☐ Não tem certificação SPRING
- ☐ Outra: _____

Figura C13. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

35. Estratégias para a gestão de água *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Há estratégias para a gestão da água e efetua os registos (caderno de campo, calendário de rega com dotações, frequência, métodos/sistema de aplicação), resultando em ações de melhoria
- ☐ Não existe estratégia mas efetua os registos por ciclo de cultura no caderno de campo, resultando em ações de melhoria
- ☐ Não existe estratégia mas efetua os registos periodicamente no caderno de campo
- ☐ Há estratégia mas não efetua os registos
- ☐ Não há estratégia nem há registos
- ☐ Outra: _____

36. Responsabilidade social da empresa/organização *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Efetua periodicamente campanhas de sensibilização, com ações de formação no âmbito dos recursos hídricos e advoga para a sua conservação e eficiência
- ☐ Efetua periodicamente campanhas de sensibilização, com ações de formação no âmbito dos recursos hídricos
- ☐ Efetua campanhas de sensibilização periodicamente
- ☐ Já efetuou nos anos mais recentes algum tipo de campanha/formação sobre os recursos hídricos
- ☐ Não efetua qualquer ação de sensibilização sobre os recursos hídricos
- ☐ Outra: _____

Figura C14. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Continua).

21/06/24, 19:55

Questionário: Projeto de eficiência hídrica

37. Tecnologia e inovação *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Anualmente fazem alocação de parte do orçamento para investimento em equipamentos eficientes no uso de água
- ☐ Sempre que possível fazem alocação de parte do orçamento para investimento em equipamentos eficientes no uso de água
- ☐ Tem equipamentos ultrapassados e não há intenções de os modernizar
- ☐ Outra: _____

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

Figura C15. Questionário de eficiência hídrica preparado para os produtores agrícolas (Fonte: Eva Leite) (Conclusão).