

PLANO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS DE OEIRAS

RELATÓRIO SETORIAL: AGRICULTURA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Autor: Helena Santos | CCIAM/Ce3C/FCUL

Contributos: Alexandra Correia, José Lima-Santos | CEF/ISA/UL

ÍNDICE

1. Contexto.....	3
1.1. Perspetiva e diagnóstico do setor	3
1.2.1. Vinhas	4
1.2.2. Hortas urbanas	6
2. Desenvolvimento.....	9
2.1. Variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor	9
2.2. Avaliação das vulnerabilidades e modelação de impactos	9
3. Vulnerabilidades climáticas atuais para Oeiras	11
3.1. Identificação de impactos não climáticos	11
3.2. Identificação de impactos climáticos	11
3.2.1. Vinhas	14
3.2.2. Hortas urbanas	15
4. Impactos e vulnerabilidades futuras para Oeiras.....	16
4.1. Suscetibilidade às secas	16
4.2. Suscetibilidade às ondas de calor.....	19
4.3. Suscetibilidade às cheias e inundações.....	21
5. Considerações finais	24
6. Bibliografia	25
7. Ficha técnica.....	29

1. CONTEXTO

O setor da Agricultura e Segurança Alimentar tem como objetivo principal, definido pelo Município de Oeiras, o de identificar medidas de adaptação para reduzir as consequências das alterações climáticas, de modo a garantir a continuidade da segurança alimentar nas hortas urbanas, da qualidade do vinho de Carcavelos. Estes objetivos encontram-se enquadrados no setor Agricultura da ENAAC 2020 de uma forma ajustada à realidade do município. A ENAAC 2020 refere como principais fatores críticos para a adaptação da agricultura às alterações climáticas: a diminuição da disponibilidade de água e a capacidade de rega, a diminuição da fertilidade do solo e a prevenção da erosão, a gestão de risco face aos eventos extremos e à maior variabilidade climática, a alteração dos sistemas fitossanitários e de sanidade animal face ao acréscimo de condições favoráveis a organismos prejudiciais às culturas e às plantas e aos animais, bem como a disponibilidade de património genético animal e vegetal adaptado às novas condições climáticas. A atuação necessária para responder a esses desafios assentará numa visão dinamizadora do importante papel deste sector: salvaguardar a capacidade dos espaços agrícolas proporcionarem os múltiplos bens e serviços que contribuem para o desenvolvimento sustentável do país, reduzindo a vulnerabilidade às alterações climáticas (APA, Denário, & FCUL, 2015).

1.1. PERSPETIVA E DIAGNÓSTICO DO SETOR

O clima é um fator determinante do crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo de primordial importância na agricultura. Sendo as plantas dependentes de água, radiação solar e fortemente influenciadas pela temperatura, entre outros fatores, é de esperar que as alterações climáticas venham a ter grandes consequências neste sector. Estudos desenvolvidos no contexto da União Europeia, projetam uma redução muito significativa da produtividade agrícola para a região mediterrânica (Fritzsche et al., 2014).

Para Portugal, os cenários de evolução climática até ao final do séc. XXI apontam para condições progressivamente mais desfavoráveis para as atividades agrícolas, consequência da redução da precipitação, do aumento da temperatura média, do aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos e do aumento da suscetibilidade à desertificação (EAAFAC, 2013). Os efeitos das alterações nas últimas décadas são já sentidos no mediterrânico, tendo-se observado na região de Lisboa um aumento de 0,4°C na temperatura média entre 1980 e 2010. Também neste período e na mesma região, observou-se uma diminuição da amplitude térmica e da precipitação na primavera (EAAFAC, 2013). Os efeitos destas alterações traduzem-se ainda numa redução da disponibilidade de água no solo, na redução da fertilidade e no aumento dos fenómenos de erosão do solo (Adams, Hurd, Lenhart, & Leary, 1998), causando impactos na agricultura, bem como alterações nos ciclos e nas populações de insetos e microrganismos, o que pode potenciar problemas graves de pragas e doenças nas culturas (Lindner et al., 2008).

Nas condições climáticas mediterrânicas, a água é o principal fator limitante da produção agrícola, não porque a precipitação anual seja insuficiente, mas devido à sua distribuição ao longo do ano, que é desajustada no tempo face às necessidades hídricas das culturas.

No entanto, algumas tendências climáticas verificadas, sobretudo relacionadas com a temperatura (e.g. redução do número de dias com geadas e o aumento da temperatura média) podem mostrar-se vantajosas, oferecendo um maior leque de alternativas de culturas e maior produtividade (MAMAOT & ICNF, 2013), desde que conjugadas com disponibilidade hídrica, assegurada, por exemplo, através de irrigação.

Historicamente, a agricultura no município de Oeiras foi de importância extrema, nomeadamente na época dos descobrimentos, altura em que era considerada o celeiro de Lisboa. Esta denominação advém do facto de ser em Oeiras onde eram produzidos os produtos agrícolas que alimentavam a cidade de Lisboa, devido à grande riqueza do solo e à ótima condição natural proporcionada pelo estuário do Tejo (clima ameno, boa disponibilidade de água, solos adequados à produção agrícola, e posição geográfica excecional). Atualmente a agricultura tem pouca expressão, sendo que o número de explorações agrícolas tem vindo a diminuir, desde 80 explorações em 1989 para 34 em 1999, e para 11 em 2009 (dados retirados de PORDATA). Das explorações que existiam em 2009, sete tinham uma área entre 1 e 5 ha, três tinham uma área entre 5 e 20 ha e apenas uma tinha uma área entre 20 ha e 50 ha. Não obstante, o Município continua a possuir solos de grande aptidão agrícola, tendo uma área afeta à RAN de 334,05 ha que representam cerca de 7,3% da área total do Município.

1.2.1. Vinhas

A vitivinicultura portuguesa representa uma atividade económica de grande importância para o sector agrícola nacional (H. Fraga, Santos, Malheiro, & Moutinho-Pereira, 2012). Portugal é o 5º maior produtor de vinho da Europa, com um total de 6,7 Mhl para uma área cultivada de 191.632 ha, em 2017/8 (dados do IVV¹, 2018)

As vinhas de Carcavelos constituem a mais pequena região demarcada de Portugal², tendo as suas qualidades e tipicidade sido reconhecidas pelo Decreto-Lei nº 1 de 10 de maio de 1907. A demarcação desta região vitivinícola foi confirmada através do artigo 8º da Carta de Lei de 18 de Setembro de 1908, na qual foram definidos os princípios gerais da sua produção e comercialização (Brazão, Eiras-Dias, & Carneiro, 2005). São vinhas que desfrutam de tradição secular, tendo sido o Marquês de Pombal o seu grande impulsionador, constituindo por isso um património emblemático que merece o seu estudo num contexto de sustentabilidade futura (Brazão et al., 2005).

No município de Oeiras tem havido investimento na preservação e manutenção da vinha já existente na antiga Quinta do Marquês de Pombal (Quinta de Cima), através da plantação de

¹ ivv.gov.pt/np4/estatistica

² ivv.gov.pt/np4/303

nova área e na recuperação do edificado. Na sequência deste investimento, desde 2001, a produção de vinho licoroso generoso de Carcavelos passou a fazer-se na adega do Casal da Manteiga. Atualmente, para além do Município de Oeiras, há também um outro produtor a comercializar o vinho de Carcavelos produzido. Trata-se da Quinta dos Pesos, um vinho que, à semelhança do “Villa Oeiras”, também já foi premiado internacionalmente³.

Na Figura 1 podem observar-se as zonas de vinha no município de Oeiras segundo a Carta de Ocupação do Solo de 2015 (DGT, 2018), todas situadas no interior do perímetro do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV).



Figura 1 - Áreas classificadas como vinha no município de Oeiras segundo a COS 2015

A aplicação de irrigação na vinha não é aconselhada, ou mesmo não permitida em alguns casos, devido às possíveis alterações na produção e nos parâmetros qualitativos do vinho, induzidas pelas diferenças na disponibilidade de água. Em alguns países europeus a prática é proibida, exceto em casos excecionais de parcelas experimentais ou quando haja risco de sobrevivência das vinhas (H Fraga, de Cortázar Atauri, & Santos, 2018). Em Portugal a rega é permitida, e é prática corrente, embora em algumas regiões não exista essa necessidade.

³ rotadosvinhosbcc.com/bcc/pt/carcavelos/adeegas-e-produtores-carcavelos

1.2.2. Hortas urbanas

A prática da agricultura urbana em hortas tem vindo a desenvolver-se em Portugal e cada vez mais as populações procuram a implementação de hortas urbanas, prática esta em que uma pessoa ou família tem disponível, de forma gratuita ou em regime de aluguer, uma parcela de terra arável que pode cultivar a seu gosto e entendimento.

A implementação da horticultura urbana vem ao encontro do conceito de segurança alimentar, no qual as populações conseguem assegurar de forma autónoma o acesso a alimentos frescos e de qualidade, cultivando os seus próprios produtos.

Estas hortas são utilizadas para que as populações possam produzir os seus próprios alimentos, com a garantia de serem mais frescos e saudáveis, pela não-aplicação de produtos químicos e pelo consumo imediato, sem necessidade de transportes e intermediários industriais, e sem aplicação de métodos de conservação que possam prejudicar a qualidade dos alimentos. A horticultura urbana tem associados muitos outros benefícios, assumindo um papel recreativo, social e ecológico, contribuindo também para a sustentabilidade das cidades e para o sequestro de carbono. O trabalho na horta promove um estilo de vida mais saudável e sustentável, pelo contato com a natureza, bem como um valor terapêutico, não só físico mas também de bem-estar, melhorando a autoestima, e incentivando a inclusão, a socialização entre pares, o sentido de responsabilidade e razão de ser (Pawlikowska-Piechotka, 2012; Smit, Nasr, & Ratta, 1996).



Figura 2 - Horta urbana de Ourela. Fonte: CMO

As hortas urbanas contribuem também para a biodiversidade e para o equilíbrio ecológico. A existência de vegetação não só diminui a temperatura do ar, como aumenta a humidade relativa, melhorando a qualidade do ar. A cobertura do solo proporcionada pelas hortas reduz o escoamento superficial e o risco de erosão, melhorando a qualidade do solo e contribuindo para a fertilidade e biodiversidade no mesmo. Tem ainda um efeito benéfico pelo aumento da

diversidade de insetos, ajudando a regular as populações de outros insetos prejudiciais, tanto para as culturas como para as populações. Um exemplo destas hortas urbanas no município de Oeiras pode ser observado na Figura 2.

No município de Oeiras foi criado, em 2012, o projeto de hortas urbanas de Oeiras tendo como principais objetivos:

- Incentivar o uso de práticas agrícolas tradicionais e o modo de produção biológico como atividade de lazer;
- Promover a adoção de produtos biológicos sem recurso a agroquímicos;
- Criar espaços verdes que respondam às necessidades reais da população;
- Sensibilizar a população para o respeito e defesa do ambiente, proporcionando a prática de atividade ao ar livre, convívio e ocupação de tempos livres;
- Potenciar a biodiversidade e a estrutura ecológica do município.

As hortas urbanas no município de Oeiras são dirigidas a munícipes que não dispõem de espaço de cultivo, e que podem candidatar-se a talhões em hortas comunitárias implementadas em terrenos municipais, equipados com abrigos de ferramentas, compostores e pontos de água.

Existem atualmente 5 hortas comunitárias em Oeiras, sendo que uma se encontra atualmente em construção, disponibilizando 164 talhões com áreas que variam entre os 25m² e os 100m² por talhão, e totalizando uma área de 21.785 m² de hortas. Na Figura 3 estão identificadas as hortas do município, a sua localização e o detalhe da sua forma e envolvente.

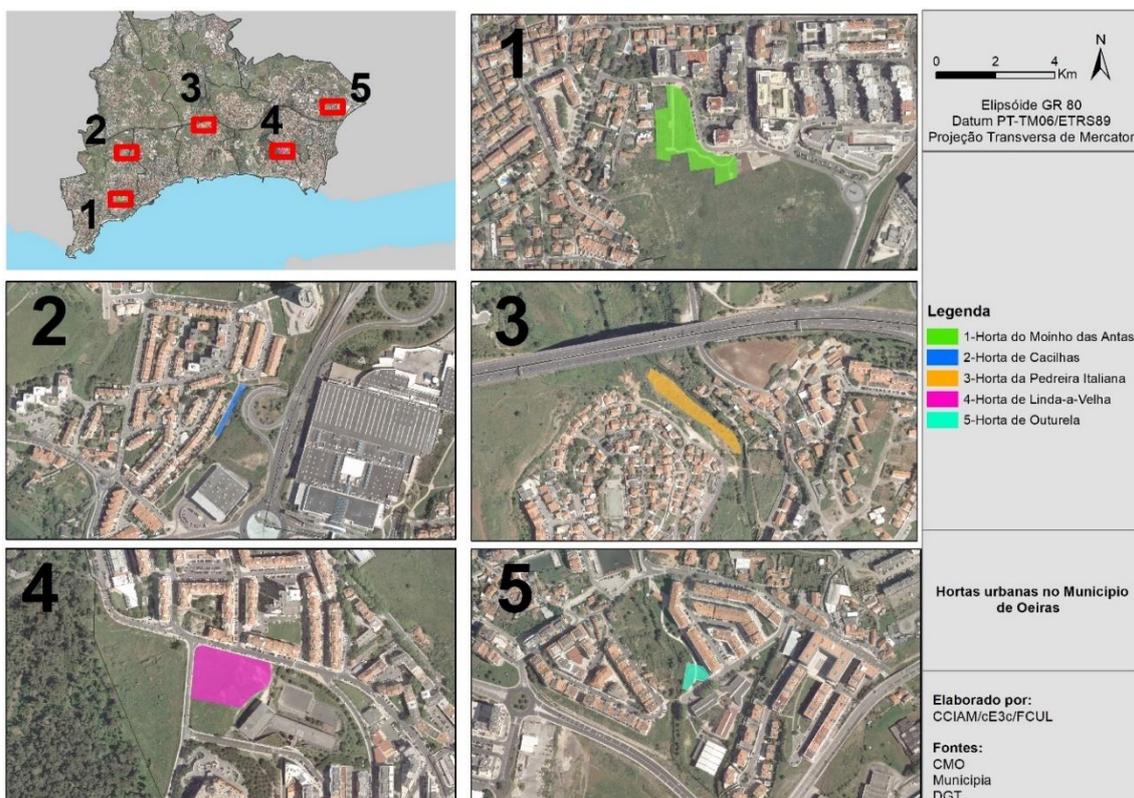


Figura 3 - Hortas Urbanas no Município de Oeiras

O conceito de segurança alimentar é vasto e sujeito a várias interpretações consoante o contexto de desenvolvimento de cada país. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a segurança alimentar está garantida quando “todas as pessoas têm possibilidades física e económica para aceder, sempre que necessitem, a alimentos seguros e nutritivos que atendam à sua dieta e que proporcionem um estilo de vida ativo e saudável” (FAO, 2006). No contexto da Europa, as preocupações com a segurança alimentar relacionam-se com a falta de disponibilidade de produtos frescos e de qualidade nas zonas urbanas, por serem produzidos em zonas afastadas, o que obriga a um longo percurso desde a colheita até à chegada ao consumidor. Nos países mais pobres o problema reside na escassez de alimentos em quantidade, onde muitas famílias não conseguem assegurar a alimentação dos seus membros (Evers & Hodgson, 2011).

A prática da horticultura urbana permite suprir algumas necessidades alimentares básicas das famílias, a poupança de rendimento e todos os outros benefícios referidos, mas também acarreta riscos para a saúde pública (Smit et al., 1996). As plantas absorvem alguns poluentes da atmosfera e do solo, com efeitos benéficos do ponto de vista ecológico, mas com riscos para a saúde humana aquando da sua utilização para a alimentação. Um dos principais riscos é a acumulação de metais pesados nas partes comestíveis das plantas, que são desta forma diretamente incorporados na cadeia alimentar humana ao serem consumidas (Brown & Jameton, 2000; Raskin, Smith, & Salt, 1997). Os efeitos nefastos dos metais pesados na saúde humana são diversos, e dependentes da concentração, do tipo e duração de exposição, mas os principais metais associados à cadeia alimentar são o chumbo (Pb), o crómio (Cr), o cádmio (Cd) e o mercúrio (Hg). O Cr e Cd são considerados cancerígenos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), enquanto o Pb e o Hg são perigosos pela sua neurotoxicidade (Giuffré, Romaniuk, Marbán, Ríos, & Torres, 2012; Oleagoitia et al., 2008). Esta acumulação pode ocorrer através da deposição atmosférica, por precipitação de partículas e poeiras, ou pela absorção de elementos presentes no solo (Giuffré et al., 2012; Pinto, Ribeiro, Simões, Gonçalves, & Ramos, 2011).

Nas cidades, a absorção de metais pesados pelos solos pode também ser significativa devido à permanente contaminação por metais pesados dos gases de combustão dos veículos (Akbar, Hale, Headley, & Athar, 2006; Aksoy, Sahín, & Duman, 2000), pelas emissões industriais e até pelo uso de composto como fertilizante (Murray, Pinchin, & Macfie, 2011). A alface, por exemplo, que é uma cultura bastante popular para os portugueses, é particularmente sensível à acumulação de metais pesados, sendo até usada como indicador de contaminação do solo por estes elementos (Boon & Soltanpour, 1992; Hue, Silva, & Arifin, 1988; Jordão et al., 2006). O seu consumo em determinadas situações pode representar um risco grave para a saúde humana.

2. DESENVOLVIMENTO

No que diz respeito ao município de Oeiras, este estudo foca-se nas hortas urbanas municipais e nas vinhas de Carcavelos. Foram utilizadas duas formas de avaliar as vulnerabilidades no Município de Oeiras no que toca à agricultura e segurança alimentar. Por um lado, foi realizada uma revisão bibliográfica que incidiu sobre as consequências das alterações climáticas na agricultura em geral e na produção de vinha e de hortícolas em particular, tendo-se consultado alguns investigadores peritos nestas temáticas. Esta abordagem permitiu construir uma base de conhecimento que possibilita avaliar os impactos das alterações climáticas no setor (*expert knowledge*). Paralelamente, foi feita uma análise que utilizou indicadores climáticos históricos modelados e projetados para cenários futuros numa base geográfica, que permitiu avaliar os impactos na região.

2.1. VARIÁVEIS E PARÂMETROS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA O SETOR

Para o Setor da Agricultura e Segurança Alimentar, os parâmetros climáticos a incluir nas análises e projeções são todos aqueles que afetem de forma direta o crescimento e desenvolvimento das plantas, ou que afetem outros recursos de que a produtividade dependa, nomeadamente os solos e as águas de irrigação. Consideram-se relevantes para este setor a precipitação média anual e mensal, a temperatura média do ar, a média das temperaturas mínimas e máximas mensais e a humidade relativa do ar. Informação sobre os períodos de seca, o número de dias em que ocorre geada e eventos extremos como ondas de calor e ondas de frio será também de grande utilidade.

2.2. AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES E MODELAÇÃO DE IMPACTOS

Existem vulnerabilidades já identificadas para o sector agrícola em geral, mas as especificidades locais requerem uma análise direcionada e de acordo com as áreas de atividade agrícola identificadas como prioritárias num contexto de alteração climática para o município. Pretende-se também avaliar a vulnerabilidade das áreas de vinha e de hortas urbanas do ponto de vista da localização geográfica a fatores como a seca, cheias e inundações, ondas de calor e ondas de frio.

Sendo o clima um dos principais fatores que influenciam a fisiologia e fenologia da vinha, bem como os parâmetros de qualidade do vinho (Jones & Davis, 2000), é de grande importância o estudo das consequências das alterações climáticas na produção da vinha e do vinho.

Para a avaliação das vulnerabilidades climáticas foi realizada uma revisão de literatura científica sobre o assunto, e foram consultados alguns peritos na temática de modo a consolidar conhecimentos (*expert knowledge*).

A análise das vulnerabilidades climáticas atuais do setor da Agricultura e Segurança Alimentar considerou, inicialmente, quatro indicadores relacionados com o clima ou derivados deste, consistindo nas cheias e inundações pluviais, nas inundações costeiras, nas ondas de calor e nas ondas de frio. Verificou-se, no entanto, uma elevada correlação espacial entre as ondas de calor e de frio pelo que se optou por considerar apenas as primeiras. Esta opção justifica-se ainda pelo facto da tendência das ondas de calor, no que diz respeito à sua duração e intensidade, aumentar significativamente em cenários de alterações climáticas, enquanto se projeta que as ondas de frio passem a ser residuais.

A metodologia utilizada para avaliar as vulnerabilidades atuais para o setor da Agricultura e Segurança Alimentar é idêntica à usada no setor da economia (ver relatório do setor Economia para maior detalhe).

Para este efeito foram utilizadas as seguintes variáveis climáticas: i) áreas inundáveis em linhas de água associadas aos períodos de retorno de 20, 50, 100 e 500 anos; ii) duração média das ondas de calor, em dias; e iii) número de ondas de calor. A descrição e espacialização destas variáveis podem ainda ser consultadas no relatório do setor Recursos Hídricos e no capítulo dedicado à caracterização climática do PMAACO.

As variáveis foram normalizadas, divididas em classes e agregadas num único indicador. Este indicador representa níveis de suscetibilidade climática diferentes (para mais detalhes sobre a metodologia utilizada consultar o relatório do setor Economia). Do cruzamento entre o indicador de suscetibilidade e a localização geográfica das hortas e vinhas, foi possível avaliar a vulnerabilidade climática das mesmas. A vulnerabilidade é expressa em cinco níveis, que variam entre Vulnerabilidade Muito Baixa e Vulnerabilidade Muito Elevada.

A avaliação das vulnerabilidades futuras para o Município de Oeiras baseou-se numa revisão de literatura e na análise das projeções dadas pelos cenários RCP4.5 e RCP8.5 para os parâmetros climáticos que maior impacto têm no setor, nomeadamente a ocorrência de secas (nº de meses em seca e duração máxima), ondas de calor (nº de ondas de calor e duração média) e cheias e inundações (utilizando um período de retorno de 500 anos). Na modelação de cheias e inundações foram determinados níveis de suscetibilidade e/ou perigosidade que decorrem de eventos de precipitação extrema associada a diferentes períodos de retorno (ver relatório do setor Recursos Hídricos para maior detalhe metodológico).

Ainda, para a avaliação de vulnerabilidades futuras optou-se por analisar cada um dos parâmetros climáticos em separado, de modo a avaliar isoladamente os seus efeitos nas hortas urbanas e nas vinhas. Deste modo, apresentam-se em seguida os resultados obtidos para as variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor.

3. VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS ATUAIS PARA OEIRAS

3.1. IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS NÃO CLIMÁTICOS

A utilização excessiva de água pelas populações durante o Verão, associada ao efeito das temperaturas elevadas, ondas de calor, diminuição da precipitação e ao aumento das secas, pode dar origem a situações de escassez de água, comprometendo a irrigação das culturas. Também o aumento das necessidades de irrigação e de áreas irrigadas em geral podem levar à diminuição da água disponível e ao esgotamento das reservas de água local.

Os impactos das alterações climáticas nos solos, principalmente a perda de fertilidade, a degradação, e a erosão podem ser agravados pela utilização de práticas agrícolas desadequadas, que não promovam a preservação do solo, como sejam a mobilização excessiva, ou inadequada ao tipo de solo (Balesdent, Chenu, & Balabane, 2000; Holland, 2004), remoção total de vegetação no Verão, deixando o solo desprovido de cobertura, e conseqüentemente, de proteção, reduzindo a sua fertilidade e aptidão futura (Zuazo & Pleguezuelo, 2008). Também as atividades agrícolas intensivas, tais como o nivelamento dos solos e a compactação causada pelo uso de maquinaria agrícola pesada, põem em risco a estrutura e fertilidade dos solos (Oldeman, 1993). A utilização excessiva de adubos e pesticidas, para além de poder levar à contaminação de aquíferos e de colocar questões relativas à segurança alimentar, também é prejudicial ao solo e à manutenção da sua fertilidade (Foley et al., 2005), bem como à biodiversidade associada às culturas agrícolas (Geiger et al., 2010).

A ocorrência de pragas e doenças põem em risco a produtividade agrícola. As alterações climáticas podem influenciar as populações de insetos de várias formas: na sua distribuição geográfica (Battisti & Larsson, 2015), na sua abundância (Ayres & Lombardero, 2000) e na sua diversidade (Feehan, Harley, & van Minnen, 2009). Podem alterar a localização, a época de ocorrência e magnitude de surtos (Volney & Fleming, 2000), e podem definir as características fenológicas ou até genéticas das espécies (Gordo & Sanz, 2006; Parmesan, 2007). A distribuição geográfica de algumas pragas pode alterar-se quer por expansão, quer por dispersão. Novas pragas podem ocorrer em locais onde antes não ocorriam por se criarem condições favoráveis, associadas sobretudo ao aumento da temperatura e à diminuição da precipitação.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS CLIMÁTICOS

Os impactos climáticos num setor como o da Agricultura e Segurança Alimentar são variados, uma vez que o crescimento e desenvolvimento das plantas estão intimamente ligados às características climáticas de uma região e de cada época do ano. Por esse motivo, para além da análise feita utilizando os indicadores descritos anteriormente, apresentam-se também os principais impactos causados por outros parâmetros e variáveis climáticas para as quais se projetam alterações com o decorrer do século.

Temperatura elevada

De um modo geral, o aumento da temperatura média provoca nas plantas alterações na sua fenologia, trazendo consequências no ciclo cultural/vegetativo (EAAFAC, 2013). Também a produção de pólen é afetada pelas temperaturas elevadas (Gray & Brady, 2016). O aumento da temperatura média pode ainda provocar maior incidência de pragas e doenças, bem como o aparecimento de novas pragas e doenças em resultado da alteração dos habitats, podendo estas encontrar condições adequadas em zonas onde anteriormente não existiam (Rosenzweig, Iglesias, Yang, Epstein, & Chivian, 2001).

As vinhas são particularmente sensíveis às temperaturas elevadas durante a estação de crescimento, sobretudo os eventos fenológicos refletindo-se, principalmente, numa antecipação das datas de floração, abrolhamento, bem como na maturação (Helder Fraga, de Cortázar Aauri, Malheiro, & Santos, 2016). Também a qualidade e composição dos vinhos serão diretamente afetadas (Helder Fraga et al., 2016; Mira de Orduña, 2010).

Diminuição da precipitação

A diminuição da precipitação tem efeitos na disponibilidade de água no solo, colocando as plantas em maior risco de *stress* hídrico. Isoladamente ou associada ao aumento da temperatura, a falta de água causa redução ou perda de qualidade e quantidade de produção para todas as culturas. Não é só importante a quantidade de precipitação acumulada durante o ciclo hidrológico (entre outubro e setembro do ano seguinte), mas também a sua distribuição ao longo deste período. No entanto, a videira possui vários mecanismos fisiológicos de controlo da transpiração e algumas características morfológicas, como por exemplo um extenso e profundo sistema radicular, que lhe confere uma especial capacidade de adaptação à secura ambiental (Chaves et al., 2010). De facto, a maior parte das regiões produtoras de vinho no mundo caracterizam-se por terem condições climáticas semelhantes às mediterrânicas, caracterizadas por verões quentes e secos, originando escassez de água no verão (Helder Fraga et al., 2016; van Leeuwen & Darriet, 2016).

Ondas de calor

Quando expostas a temperaturas elevadas durante períodos relativamente curtos, as plantas tendem a aumentar as perdas de água por transpiração e a alterações fisiológicas que obrigam a maiores custos de respiração de manutenção.

Quando estas ondas de calor ocorrem durante os períodos de maior deficiência hídrica no solo (falta de água disponível para as raízes) limitam o crescimento e produtividade das plantas (Lipiec, Doussan, Nosalewicz, & Kondracka, 2013). Um dos principais efeitos das ondas de calor na agricultura é o escaaldamento dos frutos, pela ocorrência de temperaturas elevadas durante a fase de frutificação e maturação do fruto, afetando a qualidade dos produtos que se colhem (EAAFAC, 2013).

As vinhas são particularmente sensíveis às temperaturas elevadas durante a estação de crescimento, e as ondas de calor causam danos fisiológicos permanentes e conseqüentemente na produtividade (Helder Fraga et al., 2016).

Ondas de frio

As temperaturas baixas no inverno não são, por si, prejudiciais ao desenvolvimento das plantas nas condições mediterrânicas atuais, uma vez que a fenologia destas está adaptada à estação fria. Os danos ocorrem quando as ondas de frio acontecem na primavera, uma vez que as plantas já iniciaram o seu crescimento vegetativo, comprometendo assim as várias fases fenológicas posteriores até que seja colhido o produto (Helder Fraga et al., 2016).

Cheias e inundações

No caso das culturas instaladas em leitos de cheia de ribeiras ou em zonas inundáveis, os danos estão, por um lado, associados à destruição das plantas e de erosão dos solos no efeito imediato das cheias mais destrutivas, e por outro, nas condições de alagamento que criam um ambiente sem oxigénio para as raízes, inibindo o crescimento das plantas e pondo em risco a sua sobrevivência (Kozłowski, 1984).

Secas

Os períodos de escassez de água no solo colocam as plantas em situação de deficiência hídrica que tende a ser exacerbada quanto mais longo for o período de seca. Os dados fisiológicos nas plantas podem ser irreversíveis, especialmente quando as secas são recorrentes ou em anos consecutivos e sobretudo em plantas perenes como as vinhas. Os danos podem ter efeitos ao nível do crescimento, e na produção e qualidade do fruto (Lipiec et al., 2013). As secas podem, no entanto, diminuir a incidência de doenças causadas por fungos, sobretudo em vinhas (H. Fraga et al., 2012).

Dias de geada

A ocorrência de geadas é prejudicial para a generalidade das culturas, quando estas se encontram em estados de desenvolvimento de elevada sensibilidade, como por exemplo durante a formação dos gomos. No inverno da região mediterrânica, a maioria das plantas são insensíveis às baixas temperaturas por se encontrarem no período de dormência. É com a ocorrência de geadas tardias, durante a primavera, que se verificam os prejuízos mais avultados com conseqüências graves para a produção agrícola pelos danos causados nas fases iniciais de formação de gomos, na floração e nas fases iniciais da formação dos frutos (Melo-Abreu & Ribeiro, 2010).

A diminuição do número de dias de geada projetada para meados e final do século pode tornar-se benéfica para a agricultura de um modo geral, particularmente se reduzirem os eventos de geadas tardias, que são as mais prejudiciais para este setor.

Tempestades

O risco associado às tempestades, seja pelo efeito do vento, de chuvas intensas ou de queda de granizo, ocorre pela destruição da totalidade ou de partes da planta, sendo particularmente grave quando ocorre nos períodos em que as estruturas mais sensíveis, como os gomos, as flores e os frutos, estão em desenvolvimento, causando danos, na maior parte das vezes irreversíveis, e perdas significativas na produção.

3.2.1. Vinhas

No que toca às vinhas do município (Figura 4), pode observar-se que as áreas ocupadas por esta cultura apresentam atualmente vulnerabilidade climática moderada. Esta vulnerabilidade pode ser explicada sobretudo pelas ondas de calor, secas e ondas de frio, uma vez que não existem áreas em risco de cheias e inundações que ameacem as vinhas.



Figura 4 - Vulnerabilidade climática atual das vinhas no Município de Oeiras

3.2.2. Hortas urbanas

Na Figura 5 está representado o mapa com a vulnerabilidade climática para as hortas urbanas. Observa-se que a horta do Moinho das Antas é aquela que apresenta menor vulnerabilidade climática, e que as hortas de Cacilhas e de Linda-a-Velha apresentam vulnerabilidade climática moderada. As hortas da Pedreira Italiana e da Outurela apresentam vulnerabilidades elevadas. A horta da Pedreira Italiana encontra-se situada em leito de cheia, representando-se na figura (a azul) a cheia com período de retorno de 100 anos, podendo observar-se que, nesta circunstância, esta horta ficará quase totalmente submersa, apresentando por isso vulnerabilidade elevada. As vulnerabilidades associadas às restantes hortas estão associadas às ondas de calor e às secas.

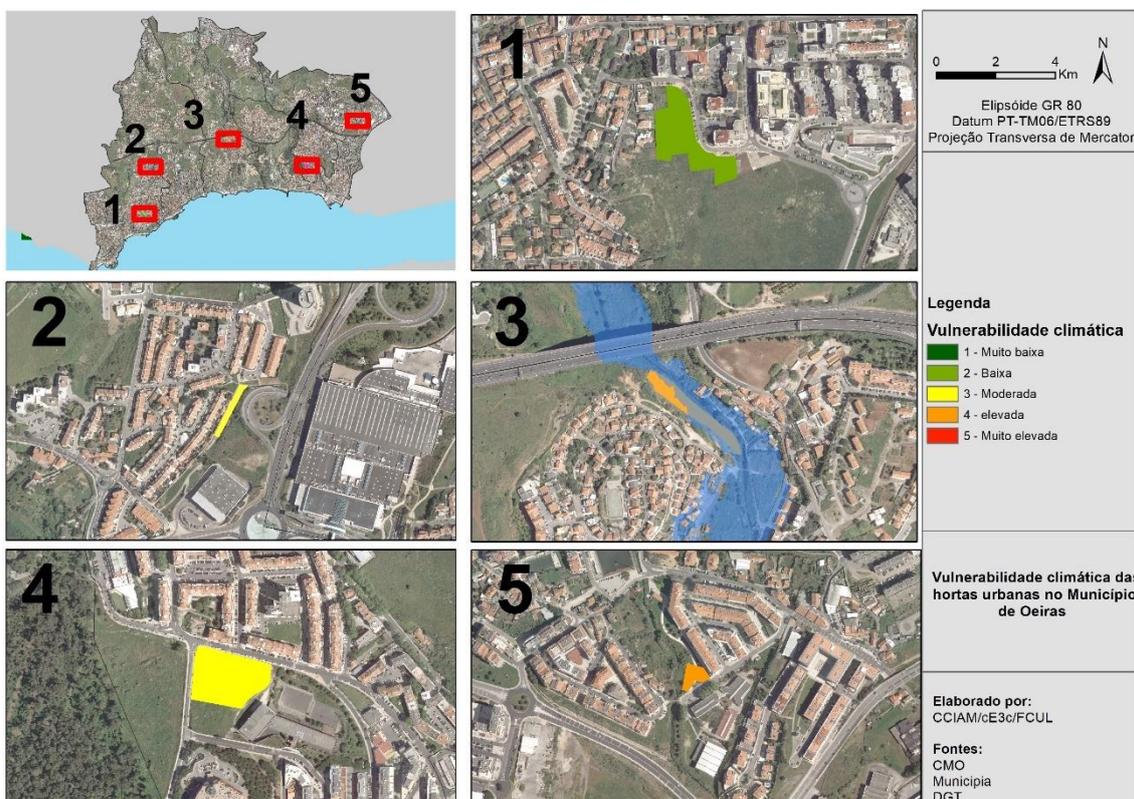


Figura 5 - Vulnerabilidade climática das hortas urbanas no Município de Oeiras. 1 - Horta do Moinho das Antas; 2 – Horta de Cacilhas; 3 - Horta da Pedreira Italiana; 4 – Horta de Linda-a-Velha; 5 – Horta da Outurela. A azul representa-se a cheia com o período de retorno de 100 anos para as condições atuais

4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES FUTURAS PARA OEIRAS

Nesta seção, são identificados os impactos e vulnerabilidades futuras para a Agricultura e Segurança Alimentar de Oeiras. As variáveis climáticas foram estudadas atendendo aos cenários de alterações climáticas RCP4.5 e RCP8.5.

4.1. SUSCETIBILIDADE ÀS SECAS

O aumento projetado da frequência e duração das secas é um dos principais desafios para a agricultura decorrente das alterações climáticas. Nesta seção apresentam-se os resultados obtidos para o período histórico (de referência) e as projeções futuras para o número de meses em seca e em seca extrema, e para a duração máxima das secas e das secas extremas para cada uma das hortas e para as vinhas.

Número de meses em seca

Este parâmetro indica o número de meses em que ocorreu seca no período de 30 anos, não representando um período contínuo. Na Tabela 1 encontra-se o número de meses em seca nas hortas urbanas do Município.

Nº de meses em seca (30 anos)		Histórico modelado	Anomalia					
			RCP4.5			RCP8.5		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Hortas Urbanas	Horta do Moinho das Antas	53,2	+ 26,3	+ 51,7	+ 32,1	+ 52,4	+ 47,9	+ 91,4
	Horta de Cacilhas	53,3	+ 25,6	+ 52,2	+ 32,0	+ 52,9	+ 48,0	+ 90,5
	Horta da Pedreira Italiana	53,1	+ 26,0	+ 51,3	+ 32,0	+ 52,6	+ 47,0	+ 88,6
	Horta de Linda-a-Velha	53,1	+ 25,5	+ 51,5	+ 34,0	+ 51,4	+ 49,9	+ 92,1
	Horta da Outurela	53,2	+ 24,7	+ 51,4	+ 33,7	+ 51,1	+ 49,5	+ 90,4

Tabela 1 - Dados históricos do número de meses em seca nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Nos 30 anos considerados no período histórico obtiveram-se cerca de 53 meses de seca, o que corresponde a 4 anos e 5 meses em seca. Com o decorrer do século é esperado que ocorram cerca de mais 52 meses de seca em meados do século face ao período histórico para o cenário menos severo (RCP4.5). No cenário mais gravoso (i.e., RCP8.5), esta tendência ocorre já no início do século, agravando-se para até 92 meses (7 anos e 8 meses) a mais no final do século, face ao período de referência. Mais concretamente, no período de final do século (2071-2100) e no cenário RCP8.5 projetam-se 12 anos em seca.

A horta de Linda-a-Velha é aquela onde se projeta que este efeito ocorra com maior intensidade, e a horta da Pedreira Italiana aquela menos afetada.

Nº de meses em seca extrema		Histórico modelado	Anomalia					
			RCP4.5			RCP8.5		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Hortas Urbanas	Horta do Moinho das Antas	5,3	+ 7,2	+ 9,9	+ 14,8	+ 18,7	+ 29,7	+ 65,5
	Horta de Cacilhas	5,1	+ 7,3	+ 9,9	+ 14,7	+ 20,1	+ 29,4	+ 65,9
	Horta da Pedreira Italiana	5,2	+ 7,1	+ 9,7	+ 12,7	+ 19,9	+ 28,9	+ 63,0
	Horta de Linda-a-Velha	5,1	+ 6,4	+ 9,9	+ 12,5	+ 19,5	+ 28,8	+ 65,5
	Horta da Outurela	4,9	+ 6,3	+ 10,0	+ 11,0	+ 20,0	+ 27,9	+ 63,6

Tabela 2 - Dados históricos do número de meses em seca extrema nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Relativamente à seca extrema (Tabela 2), pode observar-se que ocorreram nas hortas de Oeiras cerca de 5 meses no período histórico. No cenário RCP4.5 projeta-se um aumento gradual do número de meses em seca extrema até ao final do século, entre 11 e 14 meses a mais que no período histórico em seca extrema. Já o cenário RCP8.5, mais gravoso, projeta-se um aumento do número de meses em seca extrema entre 63 e 66 no final do século, face ao número de meses em seca extrema no período de referência.

O número de meses em seca e em seca extrema nas vinhas (Tabela 3) apresenta valores similares aos das hortas urbanas no período histórico e nas anomalias projetadas (exceto para as secas extremas projetadas no cenário RCP 4.5 para o final do século, que apresenta um valor ligeiramente superior aos valores projetados para as hortas urbanas).

Vinhas	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Nº de meses em seca	53,3	+ 26,0	+ 52,2	+ 31,2	52,7	+ 47,0	+ 89,7
Nº de meses em seca extrema	5,2	+ 7,5	+ 9,9	+ 15,2	+ 19,0	+ 29,7	+ 65,2

Tabela 3 - Histórico modelado do número de meses em seca e em seca extrema nas vinhas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Os resultados são semelhantes aos obtidos para as hortas, com o cenário RCP4.5 a projetar um aumento de 52 meses de seca em meados do século, sendo que esta tendência é atenuada no final do século, diminuindo a anomalia para 31 meses de seca. O cenário RCP8.5 projeta uma anomalia superior para o número de meses em seca logo para o início do século, com um agravamento de mais cerca de 90 meses em seca no final do século.

A seca extrema poderá aumentar em 15 meses no final do século para o cenário RCP4.5 e em 65 meses para o mesmo período no cenário RCP8.5, o que é particularmente grave.

Duração máxima das secas

A análise à duração máxima das secas (Tabela 4) permitiu verificar que no período de referência a seca com maior duração rondou os 11 meses nas hortas urbanas. No cenário de alterações climáticas RCP4.5, projeta-se que esta variável possa sofrer um aumento de cerca de 9 meses até meados do século, seguindo-se uma diminuição no final do século. No cenário RCP8.5 projeta-se um aumento superior a 10 meses no início do século que poderá aumentar até mais 13 meses no final do século, o que poderá representar um total de cerca de 2 anos seguidos em seca.

Duração máxima das secas (meses)		Histórico modelado	Anomalia					
			RCP4.5			RCP8.5		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Hortas Urbanas	Horta do Moinho das Antas	11,5	+ 9,3	+ 9,6	+ 6,0	+ 10,3	+ 10,1	+ 12,7
	Horta de Cacilhas	11,5	+ 9,4	+ 9,3	+ 5,8	+ 10,3	+ 10,3	+ 13,0
	Horta da Pedreira Italiana	11,7	+ 9,4	+ 9,3	+ 5,8	+ 10,2	+ 9,8	+ 12,1
	Horta de Linda-a-Velha	11,7	+ 9,3	+ 8,8	+ 5,9	+ 10,1	+ 9,9	+ 12,7
	Horta da Outurela	11,9	+ 9,2	+ 8,6	+ 5,6	+ 10,0	+ 9,7	+ 12,3

Tabela 4 - Histórico modelado da duração máxima da seca (em meses) nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Realizando a mesma análise para as secas extremas (Tabela 5), verifica-se que os valores históricos para Oeiras rondam os 2 meses seguidos em condições de seca extrema. No cenário RCP4.5 projeta-se um aumento gradual ao longo do século, podendo a duração máxima de uma seca extrema chegar aos 5 meses a mais face ao período de referência. Quanto ao cenário mais gravoso (RCP8.5), projeta-se um aumento de até 9 meses na duração da seca extrema, relativamente ao valor do período de referência, o que representa a possibilidade da permanência de praticamente um ano em situação de seca extrema, com consequências gravosas para o setor.

Duração máxima da seca extrema (meses)		Histórico modelado	Anomalia					
			RCP4.5			RCP8.5		
			2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Hortas Urbanas	Horta do Moinho das Antas	2,5	+ 2,5	+ 3,2	+ 4,9	+ 7,2	+ 6,9	+ 8,6
	Horta de Cacilhas	2,3	+ 2,6	+ 3,1	+ 5,0	+ 7,3	+ 7,1	+ 8,9
	Horta da Pedreira Italiana	2,4	+ 2,6	+ 3,1	+ 4,6	+ 7,1	+ 7,0	+ 8,8
	Horta de Linda-a-Velha	2,5	+ 2,6	+ 3,1	+ 4,7	+ 6,8	+ 7,2	+ 8,9

Duração máxima da seca extrema (meses)	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Horta da Outurela	2,4	+ 2,7	+ 3,1	+ 4,5	+ 6,8	+ 7,3	+ 9,0

Tabela 5 - Histórico modelado da duração máxima da seca extremas (em meses) nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Para as zonas de vinha (Tabela 6) os valores históricos são semelhantes, bem como os valores projetados, para ambos os cenários e períodos.

Vinhas	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Duração máxima das secas (meses)	11,5	+ 9,3	+ 9,6	+ 5,8	+ 10,4	+ 10,2	+ 12,8
Duração máxima da seca extrema (meses)	2,4	+ 2,5	+ 3,1	+ 5,0	+ 7,3	+ 7,0	+ 8,9

Tabela 6 - Histórico modelado da duração máxima das secas extremas (em meses) nas vinhas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

4.2. SUSCETIBILIDADE ÀS ONDAS DE CALOR

As ondas de calor têm efeitos graves na agricultura, dependendo da sua duração e intensidade. A ocorrência das mesmas pode causar danos na produção, podendo conduzir inclusivamente a uma situação de perda total dos frutos (como é o caso da vinha), ou até mesmo à morte da planta em casos mais extremos.

Número de ondas de calor

Para o período histórico modelado obtiveram-se, nas hortas urbanas, entre 18 e 25 ondas de calor (Tabela 7). Em cenários de alterações climáticas projetam-se valores bastante superiores, que aumentam gradualmente ao longo do século em ambos os cenários considerados, podendo chegar a mais 50 ondas de calor para o cenário RCP4.5 quando comparado com o período de referência. Realizando a mesma análise para o cenário RCP8.5, projetam-se até mais 128 ondas de calor no final do século.

Nº de ondas de calor	Histórico modelado	Anomalia						
		RCP4.5			RCP8.5			
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100	
Hortas Urbanas	Horta do Moinho das Antas	18,3	+20,4	+41,1	+44,2	+20,3	+47,8	+112,8
	Horta de Cacilhas	21,2	+20,7	+48,6	+46,2	+21,2	+50,4	+119,2

Nº de ondas de calor	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Horta da Pedreira Italiana	21,7	+21,8	+45,0	+48,3	+21,3	+52,1	+122,2
Horta de Linda-a-Velha	24,7	+20,3	+44,2	+48,1	+21,1	+51,7	+123,1
Horta da Outurela	25,6	+21,2	+46,1	+50,3	+22,4	+54,1	+128,0

Tabela 7 – Histórico modelado do número de ondas de calor nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

A horta da Outurela apresenta os valores mais elevados, com alguma diferença para a horta do Moinho das Antas, que apresenta os valores mais baixos.

Duração das ondas de calor

Quanto à variável da duração das ondas de calor (Tabela 8), pode verificar-se que os aumentos são muito menos acentuados.

Duração da onda de calor (dias)	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Horta do Moinho das Antas	6,7	+0,8	+1,2	+1,2	+1,0	+1,4	+2,0
Horta de Cacilhas	6,9	+0,8	+1,0	+1,1	+0,9	+1,3	+1,9
Horta da Pedreira Italiana	6,9	+0,8	+1,1	+1,1	+0,9	+1,3	+1,9
Horta de Linda-a-Velha	7,1	+0,6	+0,9	+0,9	+0,6	+1,1	+1,8
Horta da Outurela	7,2	+0,6	+0,8	+0,9	+0,6	+1,1	+1,7

Tabela 8 - Histórico modelado da duração das ondas de calor (em dias) nas hortas urbanas do Município de Oeiras e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

Assim, tendo em conta que os dados históricos apresentam uma duração média das ondas de calor de cerca de 7 dias, os valores projetados para a duração das ondas de calor não ultrapassam os 9 dias, no cenário mais gravoso e no final do século.

Para as vinhas (Tabela 9) observam-se valores semelhantes aos das hortas, com o número de ondas de calor a aumentar de forma muito acentuada com o decorrer do século, particularmente no cenário RCP8.5.

Vinhas	Histórico modelado	Anomalia					
		RCP4.5			RCP8.5		
		2011-2040	2041-2070	2071-2100	2011-2040	2041-2070	2071-2100
Nº de ondas de calor	19,6	+32.3	+53.3	+56.3	+31.9	+60.0	+125.7
Duração de ondas de calor (dias)	6,8	+0.7	+1.0	+1.1	+0.9	+1.2	+1.8

Tabela 9 - Nº de ondas de calor e duração das ondas de calor nas vinhas do Município de Oeiras, histórico modelado e anomalias projetadas para os cenários RCP4.5 e RCP8.5, para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100

4.3. SUSCETIBILIDADE ÀS CHEIAS E INUNDAÇÕES

As cheias e inundações podem causar perdas na produção de plantas, parciais ou totais, quer por asfíxia radicular em situações de alagamento prolongado, quer por arrastamento de solo, de partes ou da totalidade da planta.

Das áreas em estudo, apenas a horta da Pedreira Italiana se encontra a uma distância suficientemente pequena de uma ribeira (ribeira de Barcarena) para estar em risco de vir a sofrer com cheias ou inundações. Foi por isso incluída a análise da perigosidade a cheias e inundações futuras apenas para esta horta, que se pode observar na Figura 6.



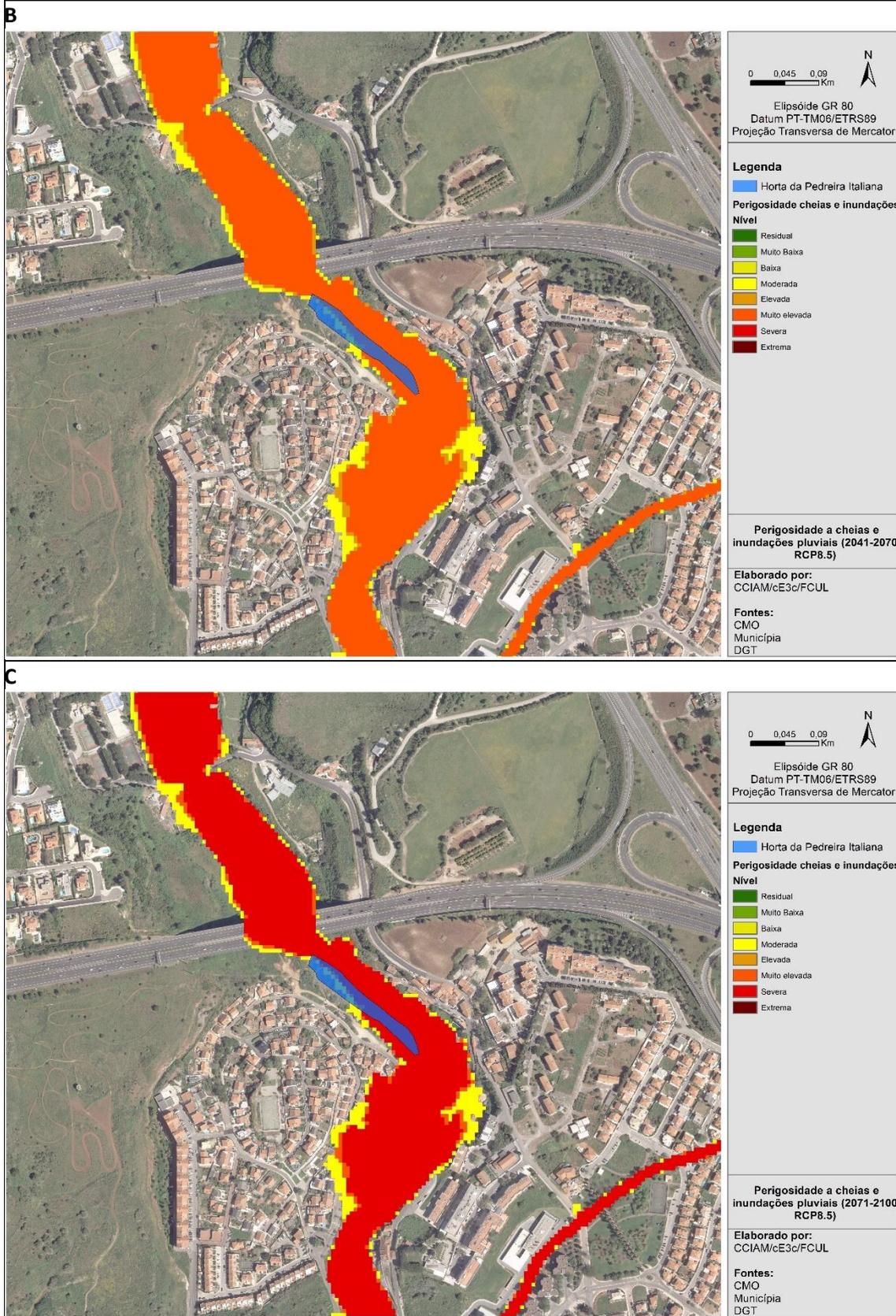


Figura 6 - Perigosidade a cheias e inundações da horta da Pedreira Italiana para o início do século (2011-2040), segundo o cenário RCP4.5 (A), para meados do século (2041-2070), segundo o cenário RCP8.5 (B) e para o final do século (2071-2100), segundo o cenário RCP8.5 (C)

Pode observar-se que quase a totalidade da área da horta se encontra em zona de perigosidade moderada a muito elevada no início e em meados do século, passando a severa no final do século, sendo por isso bastante vulnerável a cheias e inundações. Existe uma pequena parte da horta que não apresenta esta vulnerabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais vulnerabilidades do Setor da Agricultura e Segurança Alimentar no município de Oeiras estão sobretudo relacionadas com a diminuição da disponibilidade de água, que pode comprometer tanto a produtividade como a própria sobrevivência das culturas. O aumento das ondas de calor provoca danos graves nas vinhas e conseqüentemente perdas na qualidade e produtividade do vinho. No entanto, também uma das hortas urbanas (horta da Pedreira Italiana) se apresenta vulnerável a cheias e inundações, devido ao facto se encontrar numa zona inundável.

A diminuição da precipitação e o aumento do número e da duração de secas, projetado para o clima futuro, podem comprometer a produção e qualidade do vinho de Carcavelos, obrigando à tomada de medidas que permitam continuar a sua produção, tanto em quantidade como em qualidade.

As ondas de calor têm efeitos graves na agricultura, no contexto de Oeiras com particular expressão na viticultura, sobretudo quando ocorrem nas fases mais críticas da estação de crescimento, como a da formação e maturação dos frutos, quer pela perda de qualidade da colheita, quer pelos danos fisiológicos nas plantas, afetando a qualidade do vinho e a produtividade da vinha, e a produção de alguns produtos hortícolas.

O aumento da temperatura média, dentro de certos limites, pode ajudar a aumentar a produtividade das culturas. Contudo, com o aumento da temperatura média, aumentam também as perdas de água por evapotranspiração, o que pode colocar as plantas em situação de stress hídrico, obrigando a uma maior necessidade de rega.

O aumento da frequência de eventos extremos como tempestades, quedas de granizo e chuvadas fortes ou cheias e inundações podem causar destruição nas vinhas e culturas hortícolas, causando perdas parciais ou totais das culturas, bem como prejuízos aos produtores.

As alterações climáticas podem ainda provocar distúrbios nas populações de pragas e doenças, bem como nos seus inimigos naturais, podendo causar potenciais expansões ou contrações geográficas de populações de pragas, surtos, invasões, ou ainda alterações na fenologia do ciclo de vida.

No município de Oeiras, as vinhas encontram-se atualmente em zona de vulnerabilidade moderada, enquanto as hortas urbanas encontram-se em zonas de vulnerabilidade moderada e elevada, com exceção de uma das hortas que está numa zona de baixa vulnerabilidade. Nas condições climáticas projetadas para o futuro, espera-se que esta vulnerabilidade aumente, podendo ocorrer impactos significativos para a agricultura associados a secas, ondas de calor e a conseqüente escassez de água, que obrigarão à tomada de medidas de adaptação de modo a garantir a continuidade da produção.

6. BIBLIOGRAFIA

- Adams, R. M., Hurd, B. H., Lenhart, S., & Leary, N. (1998). Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Climate Research*, 11, 19–30. <https://doi.org/10.3354/cr011019>
- Akbar, K. F., Hale, W. H., Headley, A. D., & Athar, M. (2006). Heavy metal contamination of roadside soils of Northern England. *Soil and Water Research*, 1(4), 158–163.
- Aksoy, A., Sahín, U., & Duman, F. (2000). *Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri. *Turk Journal of Botany*, 24(5), 279–284.
- APA, Denário, & FCUL. (2015). *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Ayres, M. P., & Lombardero, M. J. (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*, 262(3), 263–286. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00528-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00528-3)
- Balesdent, J., Chenu, C., & Balabane, M. (2000). Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil and Tillage Research*, 53(3), 215–230. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(99\)00107-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-1987(99)00107-5)
- Battisti, A., & Larsson, S. (2015). Climate change and insect pest distribution range. In C. Björkman & P. Niemelä (Eds.), *Climate change and insect pests*. Padua: CABl.
- Boon, D., & Soltanpour, P. (1992). Lead, cadmium, and zinc contamination of aspen garden soils and vegetation. *Journal of Environmental Quality*, 21(1), 82–86.
- Brazão, J., Eiras-Dias, E., & Carneiro, L. C. (2005). O encepamento da região vitivinícola de Carcavelos. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 20(2), 131–145. Retrieved from <http://www.scielo.mec.pt/pdf/ctv/v20n2/v20n2a04.pdf>
- Brown, K. H., & Jameton, A. L. (2000). Public Health Implications of Urban Agriculture. *Journal of Public Health Policy*, 21(1), 20–39. <https://doi.org/10.2307/3343472>
- Chaves, M. M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J. M., Santos, T., Regalado, A. P., ... Lopes, C. M. (2010). Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, 105(5), 661–676. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>
- DGT. (2018). Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010 e 2015. Relatório Técnico.
- EAAFAC. (2013). *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Evers, A., & Hodgson, N. L. (2011). Food choices and local food access among Perth 's community gardeners, 16(6), 585–602. <https://doi.org/10.1080/13549839.2011.575354>
- FAO. (2006). *Food security. Policy brief(2)*.
- Feehan, J., Harley, M., & van Minnen, J. (2009). Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(3), 409–421. <https://doi.org/10.1051/agro:2008066>
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... Snyder, P. K. (2005).

Global Consequences of Land Use. *Science*, 309(570).
<https://doi.org/10.1126/science.1111772>

- Fraga, H., Santos, J. A., Malheiro, A. C., & Moutinho-Pereira, J. (2012). Climate change projections for the Portuguese viticulture using a multi-model ensemble. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 27, 39–48.
- Fraga, H, de Cortázar Aauri, I. G., & Santos, J. A. (2018). Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. *Agricultural Water Management*, 196, 66–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.023>
- Fraga, Helder, de Cortázar Aauri, I., Malheiro, A. C., & Santos, J. A. (2016). Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global Change Biology*, 22(11), 3774–3788. <https://doi.org/10.1111/gcb.13382>
- Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M., & Kahlenborn, W. (2014). *The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Germany: adelphi EURAC - Institute for Applied Remote Sensing Department of Geoinformatics – Z_GIS*. University of Salzburg.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W. W., Emmerson, M., Morales, M. B., ... Inchausti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>
- Giuffré, L., Romaniuk, R. I., Marbán, L., Ríos, R. P., & Torres, T. P. G. (2012). Public health and heavy metals in urban and periurban horticulture. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 24(2), 148–154. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1011330140?accountid=45725>
- Gordo, O., & Sanz, J. J. (2006). Temporal trends in phenology of the honey bee *Apis mellifera* (L.) and the small white *Pieris rapae* (L.) in the Iberian Peninsula (1952-2004). *Ecological Entomology*, 31(3), 261–268.
- Gray, S. B., & Brady, S. M. (2016). Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*, 419(1), 64–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2016.07.023>
- Holland, J. M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(1), 1–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.018>
- Hue, N., Silva, J., & Arifin, R. (1988). Sewage sludge-soil interactions as measured by plant and soil chemical composition. *Journal of Environmental Quality*, 17(3), 384–390.
- Jones, G. V., & Davis, R. E. (2000). Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(3), 249–261.
- Jordão, C. P., Fialho, L. L., Cecon, P. R., Matos, A. T., Neves, J. C. L., Mendonça, E. S., & Fontes, R. L. F. (2006). Effects of Cu, Ni and Zn on Lettuce Grown in Metal-Enriched Vermicompost Amended Soil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 172(1), 21–38. <https://doi.org/10.1007/s11270-005-9030-9>
- Kozłowski, T. T. (1984). Plant Responses to Flooding of Soil. *BioScience*, 34(3), 162–167. <https://doi.org/10.2307/1309751>

- Lindner, M., Garcia-Gonzalo, J., Kolström, M., Green, T., Reguera, R., Maroschek, M., ... Corona, P. (2008). *Impacts of climate change on European forests and options for adaptation*. . Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development.
- Lipiec, J., Doussan, C., Nosalewicz, A., & Kondracka, K. (2013). Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. *International Agrophysics*.
<https://doi.org/10.2478/intag-2013-0017>
- MAMAOT, & ICNF. (2013). *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas - Portugal Continental*. Lisboa.
- Melo-Abreu, J. P. de, & Ribeiro, A. C. (2010). Os danos de geada: conceitos, mecanismos e modelos de simulação. In T. de Figueiredo, L. F. Ribeiro, A. C. Ribeiro, & L. F. Fernandes (Eds.), *Clima e Recursos Naturais: Conferências de Homenagem ao Prof. Doutor Dionísio Gonçalves*. (pp. 141–166). Bragança: Instituto Politécnico de Bragança.
- Mira de Orduña, R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7), 1844–1855.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.001>
- Murray, H., Pinchin, T. A., & Macfie, S. M. (2011). Compost application affects metal uptake in plants grown in urban garden soils and potential human health risk. *Journal of Soils and Sediments*, 11(5), 815–829. <https://doi.org/10.1007/s11368-011-0359-y>
- Oldeman, L. R. (1993). *Global extent of soil degradation*. Wageningen, The Netherlands: International Soil Reference and Information Centre.
- Oleagoitia, M. B. Z., Agirre, J. J. A., Mauroagoitia, J. M. I., Amezaga, M. J. A., Irurzun, M. B., Andrés, C. R., & Domínguez, J. R. S. (2008). Metales pesados (Pb, Cd, Cr y Hg) en población general adulta próxima a una planta de tratamiento de residuos urbanos de Bizkaia. *Revista Española de Salud Pública*, 82, 481–492.
- Parmesan, C. (2007). Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*, 13(9), 1860–1872.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x>
- Pawlikowska-Piechotka, A. (2012). Urban greens and sustainable land policy management (case study in Warsaw). *European Countryside*, 4(4), 251–268.
- Pinto, R., Ribeiro, C., Simões, P., Gonçalves, A. B., & Ramos, R. (2011). Viabilidade Ambiental das Hortas Urbanas enquanto Espaços para o Desenvolvimento Sustentável. *Revista Da Associação Portuguesa de Horticultura*, 106, 17–22.
- Raskin, I., Smith, R. D., & Salt, D. E. (1997). Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(2), 221–226.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(97\)80106-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0958-1669(97)80106-1)
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X. B., Epstein, P. R., & Chivian, E. (2001). Climate Change and Extreme Weather Events; Implications for Food Production, Plant Diseases, and Pests. *Global Change and Human Health*, 2(2), 90–104.
<https://doi.org/10.1023/A:1015086831467>
- Smit, J., Nasr, J., & Ratta, A. (1996). *Urban Agriculture: Food, Jobs, and Sustainable Cities*. Urban Agriculture: Food, Jobs, and Sustainable Cities. New York: United Nations Development Program.

- van Leeuwen, C., & Darriet, P. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1), 150–167. <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>
- Volney, W. J. A., & Fleming, R. A. (2000). Climate change and impacts of boreal forest insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1), 283–294. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00232-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00232-2)
- Zuazo, V. H. ., & Pleguezuelo, C. R. . (2008). Soil-Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers : A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 65–86. <https://doi.org/10.1051/agro:2007062>

7. FICHA TÉCNICA

Título

Plano Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Oeiras (PMAACO) – Relatório do setor Agricultura e Segurança Alimentar sobre vulnerabilidades climáticas

Coordenação Científico/Executiva

Luís Filipe Dias (CCIAM/ce3c/FCUL)

Coordenação Não Executiva

Filipe Duarte Santos (CCIAM/ce3c/FCUL)

Equipa Técnica

CCIAM/Ce3C/FCUL:

Amandine Pastor (Recursos Hídricos)
Ana Lúcia Fonseca (Caracterização Socioeconómica)
André Oliveira (Saúde Humana, Segurança Pessoas e Bens)
Bruno Aparício (Clima, Economia)
Helena Santos (Agricultura e Segurança Alimentar)
Inês Morais (Recursos Hídricos)
João Pedro Nunes (Recursos Hídricos)
Luís Filipe Dias (Clima, Recursos Hídricos, Ordenamento do Território, Economia)
Ricardo Coelho (Energia e Segurança Energética, Transportes e Vias de Comunicação)
Sidney Batista (Clima)
Tomás Calheiros (Fogos Florestais)

eChanges/Ce3C/FCUL:

Cristina Branquinho (Biodiversidade)
Filipa Grilo (Biodiversidade)
Pedro Pinho (Biodiversidade)
Alexandra Oliveira (Biodiversidade)
Ana Luz (Biodiversidade)

IDL/FCUL:

Rui Taborda (Orla Ribeirinha)
César Andrade (Orla Ribeirinha)
Andreia Marques Ferreira (Orla Ribeirinha)

CEF/ISA/UL:

José Lima-Santos (Agricultura e Segurança Alimentar)

Superlative Numbers:

Frank Braunschweig (Recursos Hídricos)