



Nuno André Monteiro da Cunha

Conceção de um Modelo de propagação de fitopatologias na vinha e sua implementação em ambiente SIG

Dissertação de Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, área de especialização em Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica, orientada por José Paulo Elvas Duarte de Almeida e pelo co-orientador Rui Ferreira Figueiredo, apresentada ao Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

5 de setembro de 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Nuno André Monteiro da Cunha

Conceção de um Modelo de propagação de fitopatologias na vinha e sua implementação em ambiente SIG

Dissertação de Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, área de especialização em Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica, orientada pelo José Paulo Elvas Duarte de Almeida e pelo co-orientador Rui Ferreira Figueiredo, apresentada ao Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

5 de setembro de 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Índice

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Siglas e Abreviaturas	viii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação e objetivos.....	2
1.3 Estrutura da dissertação	4
2 Estado da Arte.....	5
2.1 Agricultura de Precisão	5
2.2 Viticultura de precisão.....	7
2.3 SIG na Agricultura.....	9
2.4 Origem das Videiras	10
2.5 Fitopatologias nas vinhas.....	13
2.5.1 Fitopatologias características da Bairrada.....	15
2.5.1.1 Míldio - Plasmopara vitícola.....	15
2.5.1.2 Oídio - Uncinula necator.....	16
2.5.1.3 Podridão negra - black rot.....	17
2.5.1.4 Traça da uva - lobesia botrana.....	18
2.6 Enquadramento Geográfico.....	19
2.6.1 Enquadramento Administrativo	19
2.6.2 Limites da Região da Bairrada.....	20
2.6.3 A Geologia da Vinha e dos Vinhos.....	22
2.7 Rota do Vinho da Bairrada.....	23
2.8 Região Vitivinícola da Bairrada.....	24
2.9 Castas da Bairrada.....	26
2.9.1 Castas Tintas.....	26
2.9.2 Castas Brancas	35
3 Material e Métodos.....	40
3.1 Recolha de informação das áreas de teste.....	40
3.2 Temperatura e Humidade.....	42
3.3 Exposição solar e Linhas de água.....	44
3.4 Ferramenta “Marine Geospatial Ecology Tools”	46
3.4.1 Modelo Linear Generalizado.....	48
3.4.2 Modelo Aditivo Generalizado.....	49
4 Resultados e Discussão.....	51

4.1	Temperatura média e Humidade média	51
4.2	Comparação dos Modelo Linear Generalizado e Modelo Aditivo Generalizado	53
4.3	Resultados finais	56
5	Considerações finais.....	57
6	Bibliografia	59

Índice de Figuras

Figura 1 - Área de estudo indicada a vermelho na “Carta de Ocupação do Solo”	3
Figura 2 - Ciclo de atuação da agricultura de precisão	6
Figura 3 - Estados fenológicos definida por Baggiolini.....	14
Figura 4 - Aparecimento de Míldio na folha e no cacho	15
Figura 5 - Aparecimento de Oídio na folha	17
Figura 6 - Aparecimento de Podidrao Negra no cacho	18
Figura 7 - Aparecimento de Traça da uva no cacho	19
Figura 8 - Enquadramento da zona da Bairrada	20
Figura 9 - Folha e cacho da casta Alfrogeira - Preto.....	26
Figura 10 - Folha e cacho da casta Baga.....	27
Figura 11 - Cachos e folha da casta Bastardo	28
Figura 12 - Folha e cacho da casta Cabernet Sauvignon.....	29
Figura 13 - Folha e cacho da casta Castelão	30
Figura 14 - Cachos e folha da casta Jean.....	31
Figura 15 - Folha e cacho da casta Merlot	32
Figura 16 - Folha e cacho da casta Syrah	33
Figura 17 - Folha e cacho da casta Touriga Nacional	34
Figura 18 - Cachos e Folha da casta Arinto.....	35
Figura 19 - Cachos e Folha da casta Bical.....	36
Figura 20 - Cachos e Folha da casta Chardonnay	37
Figura 21 - Cachos e Folha da casta Fernão Pires.....	38
Figura 22 - Cachos e Folha da casta Rabo de Ovelha	39
Figura 23 - Localização das vinhas e fitopatologias	40
Figura 24 - Localização da área de estudo, carta de uso do solo.....	41
Figura 25 - Localização das estações meteorológicas.....	42
Figura 26 - Distribuição da temperatura	43
Figura 27 - Distribuição da humidade	44
Figura 28 - Mapa da exposição solar	45
Figura 29 - Euclidian distance as linhas de água	46
Figura 30 - Relacionamento do MDT com a Temperatura	51
Figura 31 - Relacionamento do MDT com a Humidade.....	52
Figura 32 - Comparação do MAG e MLG para a casta Míldio.....	53
Figura 33 - Comparação do MAG e MLG para a casta Oídio	54
Figura 34 - Comparação do MAG e MLG para a casta Podridão negra	54
Figura 35 - Comparação do MAG e MLG para a casta Traça da uva.....	55

Agradecimentos

Ao dar o meu último passo neste processo académico, não poderia deixar de expressar o meu enorme agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para que conseguisse concluir esta etapa.

Assim, em primeiro lugar, quero deixar uma palavra de agradecimento e uma profunda gratidão ao meu orientador Professor José Paulo Elvas Duarte de Almeida e co-orientador Professor Rui Ferreira Figueiredo por terem aceite este desafio mesmo sabendo que não fosse propriamente as suas áreas de conhecimento.

Agradeço também ao meu amigo João Pedro, responsável pela Adega Rama e por ter despertado este interesse pela viticultura e todos os processos ao seu redor. Obrigado pela cedência das vinhas para realizar o trabalho de campo necessário.

Agradeço aos meus amigos, em especial Jorge Miguel Cunha, meu afilhado e colega de luta académica.

Aos meus pais e ao meu irmão, o meu agradecimento por todo o esforço e dedicação que sempre prestaram ao longo da minha vida, principalmente nesta última etapa que nunca deixaram de acreditar em mim.

A todos os professores que me acompanharam e que ajudaram a criar uma pessoa mais bem formada.

A melhor parte e mais importante vem para o fim, quero agradecer a Andrea, a minha namorada, por todo apoio e dedicação demonstrados e por todas as palavras de alento que teve para nunca me deixar vacilar nem desistir. Um obrigado é muito pequeno para todo o teu apoio, muito muito obrigado.

A todos um sincero agradecimento.

Nº do aluno: 2007012724

Nome: Nuno André Monteiro da Cunha

Título da dissertação:

Conceção de um Modelo de propagação de fitopatologias na vinha e sua implementação em ambiente SIG

Palavras-Chave:

- Fitopatologias
- Vinha
- SIG
- Geoestatística

Resumo

A presente dissertação consiste na aplicação em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) de um processo de modelação geoestatístico para estudar a propagação espacial da “traça da uva” (*Lobesia botrana*); da “podridão negra” (*black rot*); do “oídio (*Uncinula necator*)” e do “míldio” (*Plasmopara viticola*) da vinha, implementado na Região Demarcada da Bairrada.

Com este estudo procura-se contribuir para a redução do impacto ambiental (decorrente do uso de fitofármacos), assim como dos custos relacionados com as ações necessárias para combater estas fitopatologias e, em última instância, ajudar na diminuição dos custos de contexto na produção vitivinícola desta região.

Como variáveis explicativas determinantes foram consideradas as condições climáticas, nomeadamente a temperatura e a humidade, as condições topográficas como exposição solar e distância as linhas de água.

A recolha de dados foi feita com o auxílio de estações meteorológicas que se encontram espalhadas pela Região Demarcada da Bairrada e arredores, duas instaladas em duas vinhas de dimensões e características físicas diferentes e através de um levantamento pormenorizado dos traços fisiográficos de cada uma das áreas em estudo, durante 5 meses (Maio a Setembro).

O processo de modelação permitiu obter resultados espacializados que permitem compreender melhor os padrões de propagação das fitopatologias em análise, bem como discernir as áreas que evidenciam maior vulnerabilidade a serem afetadas por este tipo de doenças.

Abstract

The present dissertation consists in the application of a process of geostatistical modelling to study the spatial propagation of the “grape moth” (*Lobesia Botrana*); the black rot; the powdery mildew (*Uncinula necator*) and the vine mildew (*Plasmopara Viticola*), implemented in the demarcated Area of Bairrada in a GIS environment (Geographical Information System)

This study seeks to contribute to the reduction of environmental impact, as well as the costs related to the actions required to combat these phytopathologies and, ultimately, to help reduce the context costs in wine production in this region.

As determining explanatory variables were considered the climatic conditions, namely temperature and humidity, topographic conditions such as sun exposure and distance to water lines.

The data collection was done with the aid of meteorological stations scattered in the Demarcated Region of Bairrada and its surroundings, two were installed in two vineyards of different physical characteristics and dimensions and through a detailed survey of the physiographic features of each one of the areas in study, for 5 months (May to September).

The modeling process allowed to obtain spatial results that allow better understanding of the patterns of propagation of the phytopathologies under analysis, as well as to discern the areas that show greater vulnerability to be affected by this type of diseases.

Siglas e Abreviaturas

AP – Agricultura de Precisão

MAG - Modelo Aditivo Generalizado

MGET – Marine Geospatial Ecology Tools

MLG - Modelo Linear Generalizado

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

RDB – Região Demarcada da Bairrada

RVB – Região Vitivinícola da Bairrada

VP – Viticultura de Precisão

I Introdução

I.1 Enquadramento

A viticultura é uma das áreas mais dinâmicas da agricultura portuguesa. Portugal pertence ao grupo dos maiores consumidores a nível internacional, com valores muito próximos dos de França e Itália. No comércio internacional, os vinhos portugueses ocupam um grande papel de destaque, quer em termos europeus quer mundiais (Simões, 2003).

Atualmente, os vinhos portugueses estão numa fase de ascensão/consolidação internacional, concorrendo num mercado global com outros oriundos, sendo de extrema importância para o sector vitivinícola apostar cada vez mais na produção de vinhos de qualidade competitivos, com o menor impacto ambiental possível. (Braga, 2009)

Desde a antiguidade que o vinho é considerado um dos produtos agroindustriais que mais importância tem no comércio, tornando-se também um dos produtos mais marcados pela concorrência nos mercados internacionais e por políticas de regulamentação da sua produção, transporte e comercialização. Hoje em dia, o comércio vinícola é dos mais globalizados, envolvendo interesses de grandes empresas transnacionais, com estratégias de gestão e marketing assentes na rapidez e controlo da informação sobre os mercados, redes de distribuição internacional, etc. (Pereira, 2005)

Depois de ter ocupado um primeiro lugar destacado como produto de exportação e de constituir um dos assuntos mais compressor na questão agrária nacional, a produção de vinho e a cultura da vinha continuam ainda hoje a merecer um lugar de destaque na nossa economia. A dimensão económica da vinha e do vinho em Portugal continua a ter grande importância. A sua relação com a terra, o clima, a técnica e a sociedade, recorre para uma multifuncionalidade digna de nota: pelo seu contributo na manutenção da ligação à terra de gerações sucessivas; pela modulação da paisagem; construção de muitas oportunidades de lazer e de convívio; pela sua ligação à arte e à cultura dos povos da bacia mediterrânea como um poderoso instrumento de diferenciação social; pela complexificação das relações mercantis e a proliferação de interesses sociais e políticos que conduziram, desde muito tempos antigos, à intervenção dos poderes públicos (Simões, 2003)

Nas últimas décadas, a agricultura mundial tem sofrido uma profunda evolução a nível tecnológico, que através da utilização de sistemas de recolha, de integração, de tratamento da informação, atuando em conjunto com os equipamentos agrícolas, conseguiu-se chegar a uma Agricultura de Precisão (AP). Esta nova área na agricultura é de extrema importância, dado permitir diminuir custos ambientais e de produção, aumentando a quantidade e qualidade das produções e de certa forma melhorar as condições de trabalho dos operadores em todas as fases do ciclo de produção (plantações, fertilizações, mobilizações de solo, sementeiras e colheita) (Braga, 2009).

As vinhas também têm assistido um aumento exponencial na utilização de novas tecnologias, com vista ao controlo e caracterização da variabilidade espacial das variáveis relacionadas com o vigor, rendimento e qualidade. Estas ferramentas permitem uma melhor caracterização do ciclo vegetativo da vinha, ajudando o viticultor e o enólogo a melhorarem os seus conhecimentos da vinha e das uvas, tendo resultados no aumento da produção e na competitividade entre empresas agrícolas (Braga, 2009).

1.2 Motivação e objetivos

A competitividade económica é alcançada pela redução dos custos de produção e pelo aumento do valor do produto final, que passa fundamentalmente pela melhoria da qualidade. A racionalização da utilização de fatores de produção, como por exemplo, os nutrientes e os fitofármacos, que contribuem decisivamente para a redução dos impactos ambientais de qualquer cultura e, em particular, da vinha (Braga, 2009).

Como Ricardo Braga tem citado, a viticultura tem evoluído de modo que a qualidade seja mais importante do que a quantidade, contudo na Região Demarcada da Bairrada (RDB) isso não acontece. Como é uma região predominada por pequenos agricultores, uma parte da produção será para consumo próprio e a outra vendida a Cooperativas ou Adeegas, onde será vendida pelo mesmo valor independentemente se a qualidade é superior ou inferior. Assim a afirmação de Ricardo Braga não se encaixa na RDB.

Todo este enquadramento de pequenos agricultores dificulta qualquer tipo de recolha de informação da zona, porém existem algumas Adeegas que já têm outro tipo de preocupação e já recolhem e guardam todo o tipo de informação necessária para melhorar a qualidade da uva.

Deste modo, sem informação disponível para concluir o modelo com uma maior exatidão foi necessário efetuar um levantamento de campo muito exaustivo das castas utilizadas na área de estudo. Efetuar um levantamento de todas as castas da RGB era impossível por isso a área foi reduzida para uma faixa que se encontra entre Enxofães (Cantanhede) e Vacariça (Mealhada) (figura 1), informação que não será considerada como variável dado a sua complexidade de modelação e integração do modelo.

Assim, esta dissertação tem como objetivo de implementar um modelo preditivo em ambiente SIG que visa a criação de uma carta de riscos de fitopatologias numa área da RGB usando uma ferramenta de geoprocessamento Marine Geospatial Ecology Tools (MGET).

O resultado final tem o intuito de conseguir precaver os produtores que se encontram nesta área e que possam num futuro próximo reduzir os custos da utilização de produtos fitofarmacêuticos e de aumentar a qualidade das suas uvas.

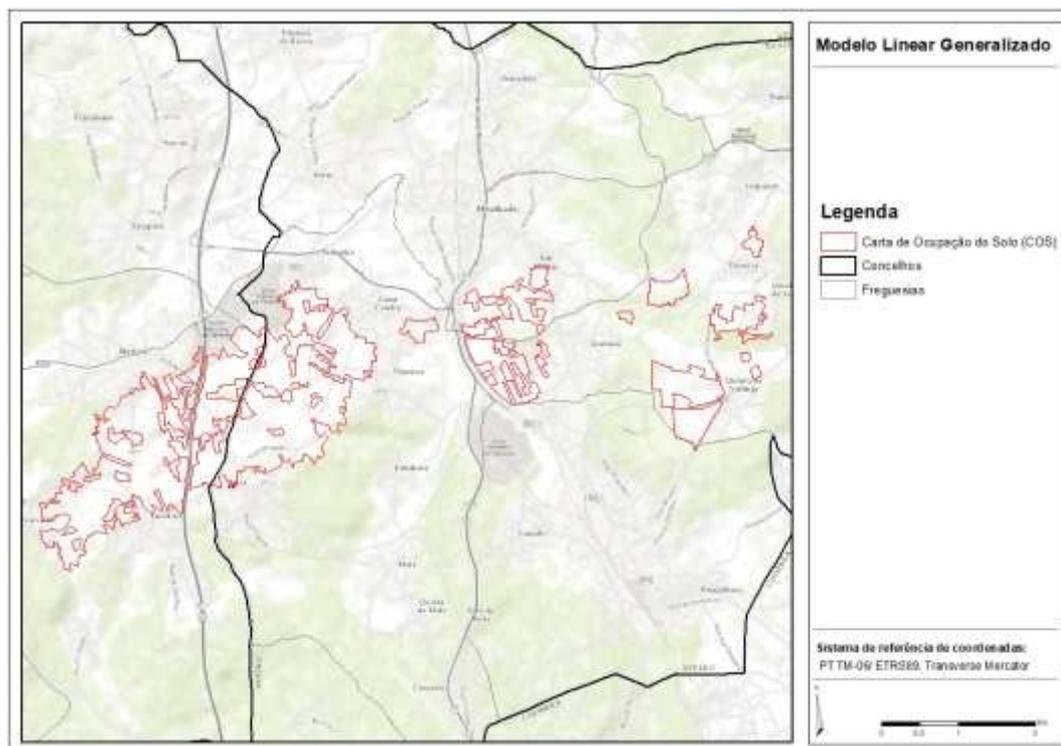


Figura 1 - Área de estudo indicada a vermelho na "Carta de Ocupação do Solo"

I.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco partes. Na primeira parte é efetuado um enquadramento, motivação e objetivos a atingir com a conclusão desta dissertação.

No próximo capítulo encontra-se o estado da arte, onde são apresentados todas as vertentes relacionados com este tema da dissertação, dando uma pequena introdução a AP e Viticultura de Precisão (VP) e do SIG na agricultura, dado que as videiras são a base deste estudo. De seguida, são apresentadas as origens das castas e uma abordagem das fitopatologias que foram analisadas nesta dissertação. A área de estudo está enquadrada na Região Demarcada da Bairrada (RDB), e devido à diversidade da área, foi feito um enquadramento da área de estudo não só geográfico como da própria viticultura. Terminando esta parte, foram mencionadas as castas mais utilizadas na RDB, que inicialmente seria utilizada como variável.

No terceiro capítulo são descritos os métodos e materiais implementados na integração do modelo de propagação de fitopatologias na vinha. A recolha de dados e a transformação dos dados foram o ponto crucial para conseguir criar o modelo de uma forma mais eficaz, verificando as variáveis e preparando-as para serem analisadas nas considerações finais.

Os resultados e a discussão são implementados no quarto capítulo, onde são analisados os resultados das ferramentas utilizadas nas variáveis e dos modelos estatísticos que são analisados em conjunto e as fitopatologias separadamente, dado que entre modelo não existe uma dispersão significativa.

2 Estado da Arte

2.1 Agricultura de Precisão

O conceito de AP surgiu no início dos anos 90 na primeira conferência internacional sobre o tema que se realizou em 1992 nos Estados Unidos da América (Rodríguez-Rey Martín, 2009). Segundo a definição de (Coelho & Silva, 2009), a AP permite uma maior eficiência na gestão da parcela. Esta maior eficiência faz-se através da aplicação diferenciada dos fatores de produção, tendo em conta a variação espacial e temporal do potencial produtivo do meio e das necessidades específicas das culturas de forma a assegurar altas produtividades com um menor consumo dos fatores de produção associados (fertilizantes, produtos fitofármacos, água para irrigação, etc). Aumenta-se assim a sua eficiência de utilização, aplicando-os somente onde são necessários e em quantidades apropriadas melhorando o rendimento económico e reduzindo o efeito pernicioso que a atividade agrícola, poderá ter sobre o meio ambiente (Kitchen, Sudduth, Myers, Drummond, & Hong, 2005).

A AP conjuga a utilização de tecnologias de informação no auxílio a processos de tomada de decisão para reduzir os riscos que afetem a produtividade e os custos operacionais mantendo uma elevada eficiência devido à monitorização das variações espaciais e temporais das variáveis de interesse que, acrescida à maior exatidão da aplicação de tratamentos (Aubert, Schroeder, & Grimaudo, 2012), permite reduzir e otimizar a utilização de componentes potencialmente prejudiciais minimizando o seu impacto no meio ambiente (Zhang, Seelan, & Seielstad, 2010).

Segundo Berger e Hovav 2013, cita que o desenvolvimento agrícola relaciona-se agora com a disponibilidade de sensores, processadores, software, atuadores, máquinas, entre outras tecnologias, disponíveis no mercado, que ajudem a concretizar os objetivos principais da AP (Tatiana, José, & Raul, 2015).

A AP encaixa numa estratégia de gestão utilizando tecnologias de informação afim de fornecer aos agricultores dados de várias fontes (sensores, modelos, previsões, etc.) para assim tomar uma melhor decisão quanto à gestão do processo agrícola e que possa aumentar a qualidade e quantidade da colheita com a eventual redução de fertilizantes, tratamentos, combustível, etc. (Zhang, Seelan, & Seielstad, 2010).

Dentro da AP, a VP é uma área igualmente muito promissora, tendo a sua aplicação aumentado significativamente nas últimas décadas (Santesteban, Guillaume, Royo, & Tisseyre, 2013). Neste setor, as novas tecnologias podem assegurar a produção de vinhos de maior qualidade,

baixos custos de operação e boas colheitas, tendo o objetivo de maximizar o potencial enológico das vinhas (Matese et al., 2013). Neste domínio, a monitorização dos terrenos e das condições da vinha, as tarefas de controlo de pragas e doenças podem ser agendadas de modo automático, sendo que a sua precisão e eficiência poderão depender da frequência da monitorização (Dong, Vuran, & Irmak, 2013).

A AP exige um elevado volume de dados que podem ser obtidos por técnicas de monitorização (imagens por satélites e aéreas), ou ainda através de levantamento de terreno, usando sensores e equipamentos de aquisição de dados.

Citado por McBratney et al. “a definição de AP ainda está em evolução à medida que a tecnologia muda. Ao longo dos anos, a ênfase mudou para ‘agricultura do solo’, através de variadas tecnologias como veículo com sistemas de orientação, evoluído a qualidade do produto e gestão ambiental” (Filippini Alba, Flores, & Miele, 2017).

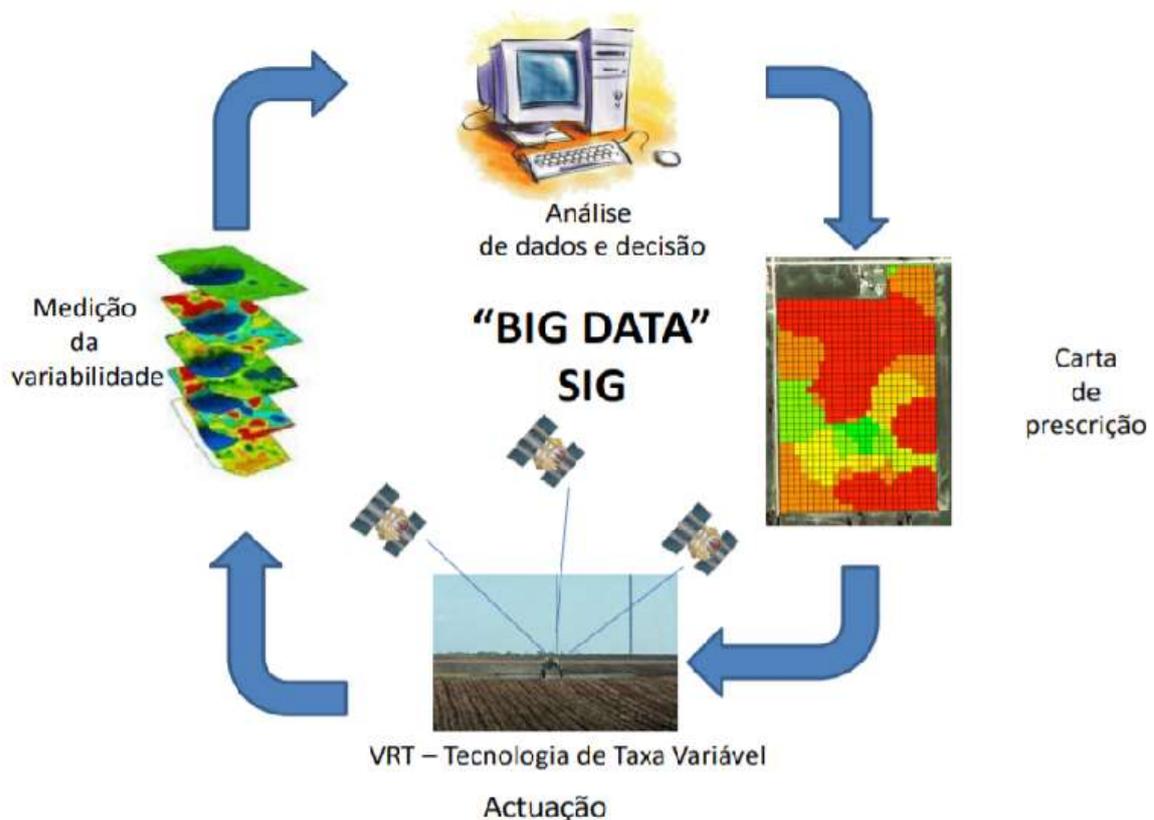


Figura 2 – Ciclo de atuação da agricultura de precisão (Ricardo Braga, *Agrorobots: realidade ou ficção?*)

2.2 Viticultura de precisão

Dentro do meio da AP, foram-se criando e desenvolvendo novos métodos de gestão e novas tecnologias. A recente aparição da VP é proveniente da AP, tendo surgido na Austrália com o aparecimento dos monitores de rendimento de uvas (1999) associados a sistemas de posicionamento global (GPS) e a SIG, permitindo aos produtores quantificar a variabilidade espacial dos rendimentos existentes numa vinha (Rodríguez-Rey Martín, 2009). A VP tem sido um conceito estudado, noutros países do mundo como a Austrália, Argentina, Chile, África do Sul, EUA bem como em alguns países da Europa (França, Espanha e Portugal) (Arnó, Martínez Casanovas, Ribes Dasi, & Rosell, 2009).

A União Europeia é a líder mundial na produção de vinho, com cerca de 50% da área vitícola mundial e cerca de 60% do volume total de produção. A Europa é um dos maiores locais de produção de vinho do mundo estando localizada numa ampla faixa geográfica e climática, muitas vezes em regiões de latitudes médias caracterizadas pela variabilidade climática e ambientes stressante, como a região mediterrânica (Costa et al., 2016). Devido ao valor que o vinho apresenta e à grande competitividade do mercado global, é necessário aumentar o conhecimento dos vários intervenientes para que a qualidade do vinho tenha uma maior firmeza ano após ano, tanto a nível qualitativo, como a nível quantitativo. (Serenó, 2009)

A VP é um conceito que está a começar a ter mais interesse no sector vitivinícola. A sua implementação deriva de várias tecnologias: sensores de culturas e monitores de rendimento, sensores locais e remotos, Sistemas de Posicionamento Global (GPS), equipamento e maquinaria ARV (Application Rate Variable), SIG e sistemas de análise de dados e interpretação (Arnó, Martínez Casanovas, Ribes Dasi, & Rosell, 2009). Na vinha, podem ocorrer dois tipos de variabilidade: espacial e temporal. O lado espacial, está associado a causas mais intrínsecas da vinha, tais como: topografia, características do solo, sanidade das plantas, mesoclima e técnicas culturais. O operador vitivinícola apresenta uma menor capacidade de intervenção, enquanto nas técnicas culturais poderá ter um maior controlo, contudo existem determinações que podem influenciar a performance e a variabilidade espacial da vinha ao longo da sua vida, com por exemplo, a origem vegetal, seleção do clone, seleção do porta-enxerto e dimensionamento da rega. A variabilidade temporal está associada a fenómenos anuais, tais como: as alterações de técnicas culturais, condições meteorológicas, ataques de pragas ou fungos que podem dar origem a desastres anuais, como por exemplo, a queda de granizo, fogo, ataque de míldio e oídio (Serenó, 2009).

A VP é utilizada para otimizar o desempenho da vinha, especialmente para aumentar o rendimento e a qualidade da uva, minimizando assim os custos e consequentemente minimizando os impactos ambientais (Filippini Alba, Flores, & Miele, 2017). Por estas razões, as abordagens AP e VP aproveitam as tecnologias capazes de detetar com alta precisão a heterogeneidade espacial das vinhas, impulsionada por diversos fatores intrínsecos (solo, tratamento de culturas, irrigação, estado nutricional da vinha, controlo de pragas e doenças) e variáveis externas (clima) que determinam a "variabilidade inter-anual e intra-vinícola de rendimento e qualidade (Maltese et al., 2015).

As razões para adequação das vinhas a uma VP é que à medida que as videiras crescem em linhas e com uma distancia de plantação fixa, os pontos de amostragem podem ser georreferenciados. Com uma colheita de dados de anos após ano, pode-se obter uma série de valores importantes que podem ajudar a produção das vinhas no futuro (Arnó, Martínez Casasnovas, Ribes Dasi, & Rosell, 2009).

O crescente interesse pelas questões relacionadas com a qualidade da uva, incontestavelmente despertou as maiores expectativas no campo da VP. De fato, a possibilidade de se poder distinguir diferentes zonas de qualidade dentro de uma mesma parcela é um dos objetivos prioritários da VP (Arnó, Martínez Casasnovas, Ribes Dasi, & Rosell, 2009).

As práticas vitivinícolas têm sido conduzidas de maneira uniforme, independentemente da localização exata, sendo que o uso de fertilizantes e de produtos de proteção de culturas são aplicadas de maneira idêntica. Contudo, o rendimento da uva apresenta geralmente uma variação, surgindo discordância entre a uniformidade das ações tomadas a nível da parcela e o rendimento diferencial obtido. A variação espacial, que pode ser atribuída a fatores ambientais físicos (solo, topografia, clima), inevitavelmente ajusta, de forma significativa, a resposta diferencial da cultura, refletida na variabilidade espacial do rendimento. As discordâncias aparecem quando se quer entender as causas exatas que deram origem a essa variabilidade ou as possíveis interações entre fatores pertencentes ao ambiente físico e fatores relacionados à cultura. Com a ajuda da VP consegue-se ajudar a esclarecer algumas perguntas com base na amostragem e na análise subsequente da variabilidade dentro do campo (Arnó, Martínez Casasnovas, Ribes Dasi, & Rosell, 2009).

2.3 SIG na Agricultura

Atualmente, com o desenvolvimento das tecnologias de análise e armazenamento de dados sobre estudos do planeta, foi preciso o auxílio da computação para manipulação de dados e ao desenvolvimento de sistemas automatizados sofisticados, que são conhecidos como SIG. A grande diferença entre um SIG e outros sistemas de informação não geográficos consiste na sua capacidade de manipular informação com base em atributos espaciais. Os SIG permitem-nos criar mapas temáticos, integrar informação da mais diversa natureza, visualizar múltiplos cenários, resolver problemas, apresentar ideias e propor soluções (Coelho & Silva, 2009).

No sector agrícola, os SIG têm vindo a ser cada vez mais usados em planeamento e gestão a nível regional e da exploração (gestão de perímetros de rega, cartas de potencial agrícola, estudos de projetos de emparcelamento, gestão da exploração, etc...). A sua utilização em sistemas de AP é fundamental, uma vez que a maior parte das tecnologias que servem de base a estes sistemas necessitam de informação georreferenciada. Os SIG são utilizados para armazenar, analisar e apresentar informação. De facto, é a integração dos SIG com outras tecnologias, como o GPS, que permite criar a estrutura de dados subjacentes à maior parte dos Sistemas de AP (Coelho & Silva, 2009).

O armazenamento de informações sobre a distribuição geográfica de recursos naturais, propriedades agrícolas etc, sempre foi uma parte importante para as atividades das sociedades organizadas. Os SIG constituem uma ferramenta poderosa, integrando dados espaciais e seus atributos, ajudando na simulação, na modelagem e na visualização de informações associadas a mapas de áreas de cultivo, fornecendo subsídios ao processo de tomada de decisões.

A utilização de SIG já é uma prática bastante utilizada na agricultura, sendo muito comum a nível académico, para assim simular, modelar e resolver os problemas ligados à agricultura.

2.4 Origem das Videiras (Böhm, 2010)

A espécie Vitácea tem origem num passado muito anterior ao Homem. O género tem sido citado desde a Era Mesozoica, em fins do Cretácico superior, há cerca de 65 milhões de anos (Ma).

A evolução foi condicionada por acontecimentos à escala planetária, relacionados com a tectónica das placas, modificaram profundamente a Geografia através dos tempos, com a génese de cadeias de montanhas e com flutuações de condições climáticas.

Segundo dados paleontológicos, onde hoje é Portugal, indicam áreas encharcadas e ambientes subtropicais. Surgem restos de plantas, moluscos, peixes, tartarugas, e alguns últimos dinossauros, mamíferos, etc. Esses dados apontam para ambientes semelhantes aos de Everglades na Flórida. Tal ocorrência, não surpreende que as Vitáceas na Europa seriam comuns às Vitáceas “pré- Norte-Americanas”.

Entretanto, prosseguiu-se à abertura do Atlântico e as comunicações terrestres com a “pré-América do Norte” cessaram pouco depois.

A descoberta da espécie *Vitis* em Portugal foi de grande evidência e importância, tendo sido encontrada em Silveirinha, Baixo Mondego, datando-se do Eucénico basal, certamente há pouco mais de 50 Ma.

No Ocidente Europeu, as condições climáticas continuaram a melhorar no decurso Eucénico, passando a tropicais, surgindo vestígios atribuídos a *Vitis appelophyllum* nos arredores de Verona, Itália.

Em Portugal, o género *Vitis* está representado na parte superior do Miocénio Médio, mostrando vestígios de grainhas de Póvoa de Santarém.

É possível que a *Vitis* tenha desaparecido da região durante os episódios correspondentes às condições térmicas mais desfavoráveis durante as glaciações. Na Eurásia, a Oeste dos Montes de Altai surgiu uma só espécie *Vitis vinífera* I, que derivou da subespécie *V. vinífera silvestres*, *V. vinífera caucásica* e *V. vinífera sativa*.

Há vestígios de espécies pré-históricas na França, Suíça, Alemanha e Itália. As glaciações quaternárias tiveram enorme importância, pois foram encontradas modificações climáticas que condicionaram toda a vida.

As videiras quase desapareceram da Europa Central durante a Glaciação de Riss (~250 a 120 mil anos), tendo apenas substituído em refúgios geográficos onde eram mais amenas as condições climáticas ou microclimáticas.

Porém, no último período interglacial, a espécie expandiu-se de novo. Isto repetiu-se após a última glaciação, especialmente na Transcaucásia, região protegida pelas montanhas do Cáucaso. O *Homo sapiens* do Paleolítico não era recolector de uvas azedas e de videiras pequenas selvagens (*Vitis (E.) vinifera silvestre*). Só os homens do Neolítico reconheceram o seu valor nutritivo, encontrando videiras silvestres em zonas características que marcam essa Era na Europa Ocidental, Jugoslávia, África do Norte e Rússia.

Através do método de doseamento de Carbono radioativo, as grainhas mais antigas provenientes de videiras cultivadas foram encontradas na Geórgia, e pertencem ao período que medeia entre os anos 7000-5000 a. C.

Foram também encontrados vestígios de fermentação de vinha em cântaros de barro, em que os Gregos denominaram por *phitos* e os Romanos por *dolium*. Mantiveram-se até à atualidade sobre a forma de talhas ou ânforas. Fósseis de *Vitis* foram encontrados em quase todos os Países do Centro e Sul da Europa. A esta fase do Neolítico se refere provavelmente a Bíblia, no episódio do Dilúvio. Bíblia que é fonte de inúmeras referências à videira, por exemplo: “Noé que era agricultor foi o primeiro a plantar videiras” (Genesis, I, 9.20).

Em Portugal são quase inexistentes as indicações sobre a *Vitis* do Pliocénico e do Plistocénico. Profundas oscilações climáticas exerceram a ação determinante na sua distribuição, mas escasseiam os dados fidedignos. Em todo o caso, a sobrevivência parece possível, dado que as condições climáticas foram atenuadas, mesmo aquando das glaciações.

A situação geográfica de Portugal, bem protegida dos efeitos dos glaciares do Norte, pelos Pirinéus, e sobre influência marítima, encontra-se uma latitude semelhante à de Geórgia (41° - 39° N), Azerbaijão e mesmo ao Sul do Turquemenistão (Sul do Cáucaso e do Kopet Dagh, com clima moderado influenciado pelos Mares Negro e Cáspio, considerados como o berço da *Vitis vinifera*). Assim, podemos supor que as características da *Vitis vinifera* se mantiveram devido à referida situação geográfica.

Segundo a Bíblia (I, Reis, 10, 22), Israel manteve comércio com os Tartéssios no reinado de Salomão. Porém, os Fenícios acabaram por se apoderar do negócio dos Tartéssios. Os Iberos

migraram do Norte de África para a Península no 2º milénio a. C.. No 1º Milénio a. C. juntaram-se-lhes os Celtas, tradicionalmente ligados à cultura de Videiras. Em Portugal, os dois povos deram origem à tribo dos Lusitanos.

Todos os povos que povoaram a Lusitânia conheceram o vinho, começando a ter uma grande importância a nível económico. A importância da vinha era tal que serviu de inspiração para joias.

Como os Gregos passaram a controlar este negócio, adquiriram renome os vinhos designados por “Vinhos gregos”, a qual se manteve até ao final da Idade Média.

Em Portugal, a expansão do género *Vitis* verificou-se no Vale do Tejo, há 5000 anos, podendo estar relacionado com a intervenção humana após a “revolução” do Neolítico, caracterizada pelo advento da Agricultura e da Pecuária.

Segundo artefactos arqueológicos, na Era do Bronze, encontraram-se grainhas de uvas e sarmentos de videiras carbonizadas, muito antes da chegada dos Romanos.

Durante o Império Romano, as castas vinícolas eram de maior importância, sendo cultivadas em Itália, de onde algumas eram exportadas para as colónias; outras eram importadas destas.

Destacaram-se duas cidades lusitano-romanas em Idanha-a-Velha, Emeritas (Mérida) e Bracara Augusta (Braga), que asseguravam o transporte e o comércio do vinho.

Após a queda do Império Romano e a do Reino Visigótico, o novo poder Islâmico proibiu o comércio vinícola que, entretanto, se desenvolveu muito bem na França e na Alemanha. Foi relevante o papel da Igreja neste domínio, até pela necessidade de vinho de missa, mesmo em regiões sem condições para viticultura.

Mais tarde, no Séc. XIII, a Ordem Cisterciense instalou-se em Portugal com 120 conventos, reforçando a produção vitícola em Alcobaça.

Portugal conseguiu manter a sua independência vitícola, apesar de as nossas vinhas terem sido enriquecidas com castas seleccionadas, provenientes de outros Países. Devido a essas seleções e alterações, provieram doenças, muitas encontradas com grande semelhança noutros Países.

2.5 Fitopatologias nas vinhas (Ana Aguiar, A. M. s/ data)

São vários os fatores que interferem na prática de proteção das videiras contra as fitopatologias nas vinhas, as consequências das condições ambientais são variáveis, das quais se destaca o clima com grande humidade que interfere no ciclo vegetativo da videira independentemente de haver temperaturas favoráveis, desenvolvendo uma grande pressão de doenças e pragas nas vinhas.

Deve-se também considerar que tem que existir um vigor nas características das vinhas e das castas, isto é, a cultura deve ter uma condução adequada e bem tratada para haver uma boa fertilidade, não havendo vegetações muito densas, mal drenadas, propícias à instalação de numerosas pragas.

Devido ao uso inadequado de práticas de irradicação de pragas, existe uma desorientação da parte da natureza económica e ecológica da produção vinícola, daí que é necessário encontrar processos alternativos para proteger as vinhas.

Dentro das enfermidades de uma vinha, há que separar os conceitos de doenças e pragas, em que doenças entende-se por danos causados por fungos bactérias ou vírus e as pragas tem a ver com danos causados por animais vertebrados e invertebrados, como por exemplo, insetos, ácaros e nemátodos (parasitas).

Convém também ter presente, que dentro da fauna das vinhas existem organismos bons que não são nocivos às vinhas, sofrem na mesma com a ação dos pesticidas (desequilíbrio biológico). Estes organismos têm o objetivo de manter uma proteção integrada, defendendo a vinha de certas pragas por práticas naturais, diminuindo a aplicação de pesticidas.

Existem várias práticas para proteger as vinhas, tais são:

Luta Química: os pesticidas e os fitofármacos são os meios mais usados para luta contra as pragas sendo caracterizados por fungicidas, bactericidas, inseticidas, acaricidas, etc.

Luta Biológica: cada vez mais é utilizada para diminuir os efeitos colaterais do uso de pesticidas. Tem como objetivo usar fauna auxiliar para controlar a agressividade de certos inimigos através da limitação natural.

Luta Biotécnica: utilizada mais para controlo das populações inimigas, evitando a sua produção, como por exemplo, confusão sexual (uso de feromonas)

Luta cultural: uso de técnicas culturais para reduzir as condições favoráveis ao ataque dos inimigos das culturas como por exemplo, o vigor da vinha, as fertilizações, sistemas de condução e poda e das intervenções em verde.

A sensibilidade da videira à diferentes doenças e pragas depende de vários fatores, desde o seu desenvolvimento, o abrolhamento até à maturação do fruto. Os diferentes estados vegetativos, designam-se por estados fenológicos, que se encontra forma sequencial, definida por Baggiolini (figura 3)



Figura 3 - Estados fenológicos definida por Baggiolini

Os quatro estádios fenológicos da videira são: *abrolhamento, floração, vingamento e pintor*, em que se considera que a videira é particularmente sensível no período que se encontra entre a pré-floração (estado H e o fecho do cacho (estado L). Para além da sensibilidade da videira no período de crescimento, estes estados ficam mais favoráveis a ação de pragas e doenças, ficando desprotegidos do efeito dos pesticidas não sistémicos.

2.5.1 Fitopatologias características da Bairrada (Neves, M. s/ data), (Magalhães, Andrade, & Neves, 2013)

2.5.1.1 Míldio - *Plasmopara vitícola*

Este fungo conserva-se essencialmente durante o Inverno, nas folhas mortas ou no próprio solo, sob a forma de ovos (oósporos), que na Primavera germinam dando origem a macroconídios e estes a zoósporos, esporos com 2 cílios que se deslocam na água. A partir das frutificações das infeções primárias (primeiras manchas de óleo na página superior das folhas e correspondente mancha branca na página inferior) o míldio reproduz-se, dando origem às infeções secundárias, tantas vezes quantas as condições ambientais o permitem.

A contaminação das infeções primárias só tem lugar desde que se verifiquem temperaturas superiores a 10°C, com um mínimo de precipitação de 10mm durante um ou dois dias, e com pântanos que tenham crescimentos de 10 cm, daí se dizer que ocorre segundo a regra dos três 10, sendo de maior risco as zonas mais húmidas da vinha e as folhas próximas do solo, por fácil acesso aos salpicos de gotas de água com zoósporos presentes nas poças de água.

Verificadas as infeções primárias, para ocorrerem as infeções secundárias basta os órgãos verdes da videira ficarem húmidos durante um curto espaço de tempo (2 a 3 horas) consoante a temperatura; portanto, noites orvalhadas são suficiente para ocorrerem ataques de míldio.



Figura 4 – Aparecimento de Míldio na folha e no cacho

2.5.1.2 Oídio - *Uncinula necator*

O fungo hiberna quer na forma de micélio (fase assexuada) no interior dos olhos protegidos pelas escamas, quer sob a forma de cleistotecas ou peritecas (fase sexuada) nos sarmentos, folhas caídas ou no próprio solo. Sendo um ectoparasita, o micélio localiza-se no exterior dos tecidos vegetais, alimentando-se das células através de órgãos sugadores, designados por haustórios. Quando o micélio amadurece emite grande quantidade de conídios que levados pelo vento contaminam qualquer órgão verde da videira, constituindo as infeções primárias do fungo.

Todavia, estudos recentes revelaram que nesta região as infeções primárias têm mais origem nas cleistotecas presentes nos sarmentos do que no micélio, o que naturalmente define atempadas estratégias de luta nos primeiros ataques.

A partir das infeções primárias, surjam elas de uma forma ou de outra, e desde que as condições climáticas sejam favoráveis, suceder-se-ão as infeções secundárias sucessivamente. O oídio desenvolve-se com temperaturas compreendidas entre 5 a 40°C, aumentando o seu crescimento a partir dos 15°C, e a partir dos 25% de humidade relativa do ar, que quando mais elevada mais quantidade de conídios forma; este aspeto é importante, dada a sua dependência da humidade mas não de chuvas abundantes (como o míldio) podendo tais chuvas 'lavar' mesmo os conídios. Isto explica a sensibilidade da videira ao oídio em regiões mais quentes, onde a precipitação é baixa, mas cuja proximidade de um rio garante a humidade relativa do ar suficiente para o seu desenvolvimento.



Figura 5 - Aparecimento de Oídio na folha

2.5.1.3 Podridão negra - black rot

O fungo hiberna sobretudo em bagos mumificados, caídos no solo ou presentes em cachos aderentes à videira que foram atacados no ano anterior. Na Primavera, sob condições de chuva, originando as infeções primárias em órgãos suscetíveis da videira.

As condições favoráveis para a libertação de milhares de conídios é de acordo com alguns autores de 27°C em conjunto com uma humidade relativa de 90% dando a origem as infeções secundárias.

Mesmo quando os prejuízos não são significativos devem ser tomadas medidas profiláticas de redução do inoculo para o próximo ano, de modo a atenuar a gravidade do problema fitossanitário, como por exemplo, no Inverno retirar e queimar varas atacadas e cachos mumificados, enterrar bagos mumificados presentes no solo, e arrancar vinhas abandonadas que constituem uma fonte de inoculo para vinhas próximas (Dubos, 1999).

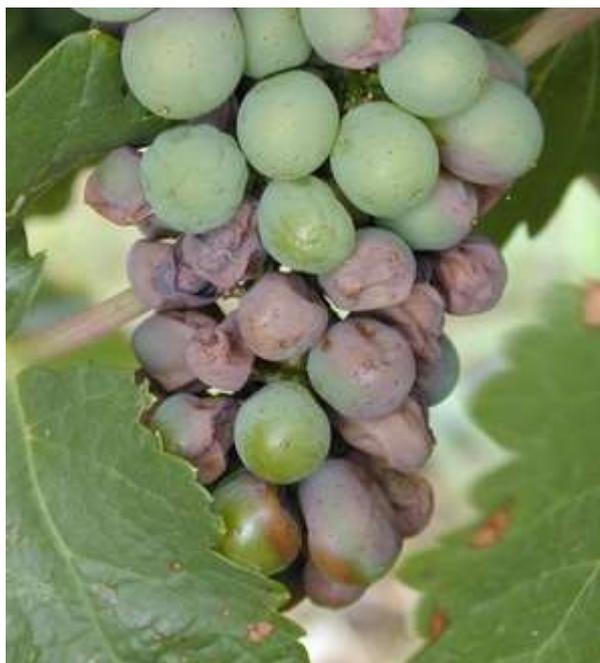


Figura 6 - Aparecimento de Podidrao Negra no cacho

2.5.1.4 Traça da uva - lobesia botrana

A traça apresenta normalmente três gerações, ocorrendo a hibernação nas pupas da 3ª geração que, dentro de casulos, se escondem sob o ritidoma das cepas, ou então em folhas caídas, em tutores ou no solo. A 1ª geração desenvolve-se na Primavera até à floração, a 2ª nas fases de bago de ervilha-fecho do cacho e a 3ª do pintor até à maturação.

Dos ovos da 1ª geração, postos nas brácteas dos botões florais, saem lagartas que produzem fios de seda que envolvem várias flores de que se alimentam, formando como que ‘ninhos’. Já as lagartas das gerações seguintes e ao longo de várias mudas, perfuram os bagos, penetram neles e alimentam-se do seu conteúdo.

As temperaturas de desenvolvimento mais favoráveis são de 20 a 25°C, considerando-se para as posturas o mínimo de 14°C e o máximo de 36°C. A humidade relativa mais favorável varia de 40 a 70%.

A determinação das curvas de voo dos adultos da traça, através da utilização de armadilhas sexuais, são um precioso instrumento para estimar o risco da praga. O voo ocorre durante hora crepuscular e, portanto, durante o dia as borboletas estão inativas nas folhas e cachos.



Figura 7 - Aparecimento de Traça da uva no cacho

2.6 Enquadramento Geográfico

2.6.1 Enquadramento Administrativo

A denominação de Origem da Bairrada é delimitada a norte pelo rio Vouga e a sul pelo rio Mondego, a nascente pelas Serras do Bussaco e Caramulo e a poente pelo Oceano Atlântico, abrangendo os Concelhos Anadia, Mealhada, Oliveira do Bairro e respetivas freguesias, Águeda (freguesias de Aguada de Cima, Fermentelos, União de freguesias de Águeda e Borralha, UF de Barrô e Aguada de Baixo, UF de Recardães e Espinhel, UF de Travassô e Óis da Ribeira), Aveiro (freguesia de Nariz), Cantanhede (freguesias de Ançã, Cadima, Cordinhã, Febres, Murtede, Ourentã, Sanguinheira, São Caetano, UF de Cantanhede e Pocariça, UF de Covões e Camarneira, UF de Portunhos e Outil, UF de Sepins e Bolho e UF de Vilamar e Corticeiro de Cima), Coimbra (freguesias de UF de Antuzede e Vil de Matos, UF de Souselas e Botão e UF de Trouxemil e Torre de Vilela) e Vagos (freguesias de Ouca, Sosa, UF de Fonte de Angeão e Covão do Lobo e UF de Ponde de Vagos e Santa Catarina).

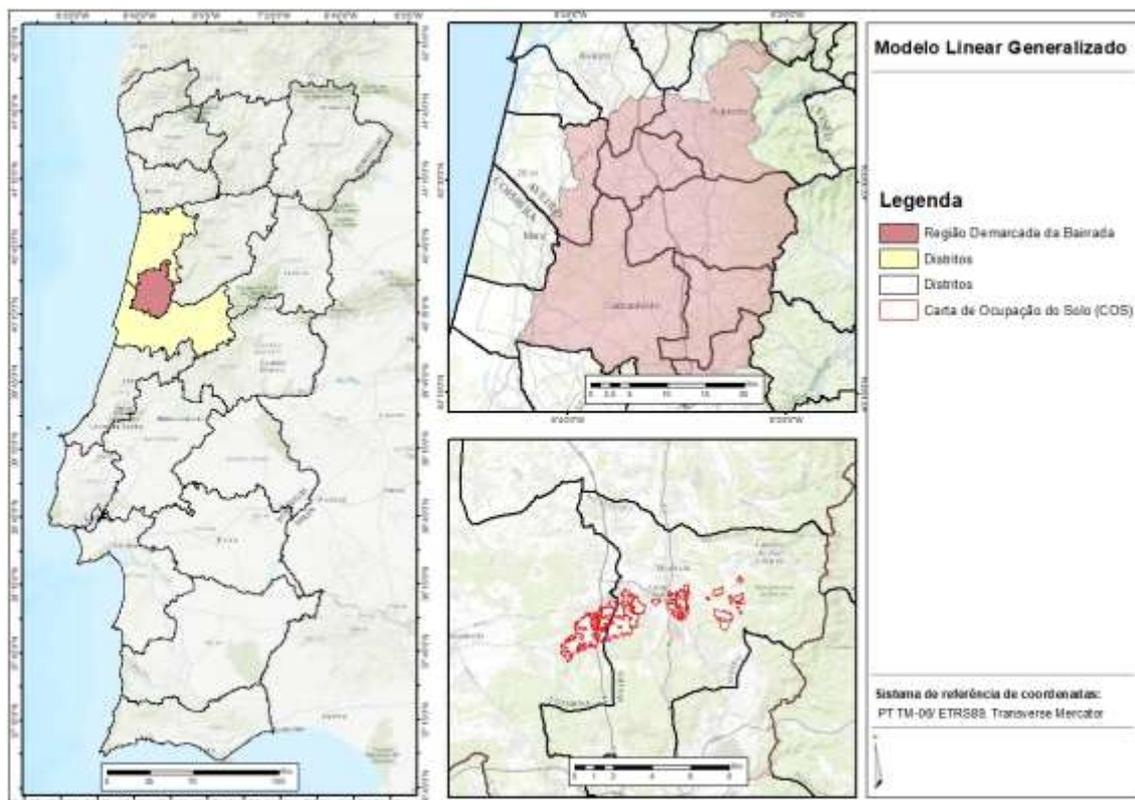


Figura 8 – Enquadramento da zona da Bairrada

2.6.2 Limites da Região da Bairrada (Correia, 2005)

A definição da demarcação da “Região Vinícola da Bairrada” remonta ao séc. XVIII. O termo “região” é utilizado para identificar uma área com um dado conjunto de características que neste caso seria a Vinha e o tipo de Vinho. Apesar da Região da Bairrada ser conhecida pelos seus variados produtos populares que são o vinho, o leitão, as vinhas e as suas fábricas de cerâmica, existe a ideia de não se conhecer concretamente onde ela começa e onde acaba. Acontece que quem costuma viajar pela Bairrada, por exemplo ente Coimbra e Porto, tem a sensação que já entrou ou saiu da região da Bairrada, mas sem conseguir precisar exatamente onde, sendo considerada uma zona de limites imprecisos e flutuantes.

Através de dados históricos da região, da agricultura e também das vinhas, a Bairrada é referida pela distribuição da vinha centrada na Mealhada, tendo como pólos o Mosteiro de Vacariça e o Couto de Aguim. A zona das vinhas não ultrapassava Anadia (Norte) e circunscrevia-se à bacia do rio Cértima. É com esta designação que é definido um eixo em que a vinha bairradina se vai desenvolver e que as suas delimitações se vão realçar, inicialmente de Norte para Sul e depois de Leste para Oeste.

A expressão “Pais Vinhateiro da Bairrada” tem o princípio que os vinhos constituem um único tipo considerando-os como os de melhor qualidade e de melhor consumo.

Para além da observação dos produtos oriundos das várias localidades, a divisão tem em consideração a relação com a constituição geológica dos solos. Deste modo, a zona dos Vinhos correspondem maioritariamente aos terrenos da região liássica da Bairrada e à zona dos Vinhos de consumo, os terrenos de variada constituição mineral e de diferentes épocas geológicas, faltando a homogeneidade do solo geológico e mineral que existe na zona de Embarque.

Em 1975, foram fixados os limites da Bairrada, tendo como elementos fundamentais as características do Vinho, isto é, o tipo de castas, o modo de condução da vinha, o solo, o clima, a tecnologia usada na vinificação e o envelhecimento. A demarcação não pretende criar uma região produtora de vinhos, mas sim caracterizar uma região onde se produz vinhos de qualidade e de reconhecida fama. A proposta da demarcação baseia-se nas formações geológicas pertencentes à era secundária, cuja a característica dominante é a abundância em calcário.

2.6.3 Geologia (Teixeira, C. 1981)

A Bairrada é considerada como uma sub-região da Beira Litoral que se estende entre Espinho e o Tejo, pertencendo à orla Mesozóica e Cenoizóica. Geologicamente, a área da Bairrada estabelece-se sobre materiais rochosos da orla Mesozoica embora outros sobre xistos do Maciço Hespérico. As formações da Orla contactam as do Maciço segundo uma linha que vem de Espinho, passando junto a Águeda, seguindo em direção a Coimbra para Tomar. É uma zona de fortes incidências de rochas sedimentares que se estendem por manchas geológicas, apresentando formas alongadas e de idade cada vez mais recente à medida que se afastam do maciço interior mais antigo. Terá sido uma zona marítima que agora é emersa.

Como se pode observar no corte geológico, aparece uma estreita faixa de arenitos vermelhos sendo do Triássico que se estende desde o Norte de Águeda até Tomar. Logo a seguir surgem terrenos Jurássicos constituídos essencialmente por calcários. De seguida, observa-se os arenitos e conglomerados do Cretácico, que contém numerosos retalhos a sudeste de Aveiro até a margem direita do Mondego. Os terrenos Pliocénicos ocupam a maior parte da região donde emergem todas as outras formações geológicas.

2.6.4 Solos (Teixeira, C. 1981)

A natureza de um solo torna-se num papel importante para o estudo do tipo de culturas numa dada região.

Um clima muito chuvoso irá ter um solo arenoso e permeável, desenvolvendo culturas sensíveis ao excesso de humidade. Inversamente, sob um clima seco, um solo argiloso conserva melhor a humidade e convém às culturas exigentes em água.

Na Bairrada aparecem todos estes tipos de solos, predominado os argilo-calcários, os barros que mantêm os solos com humidade durante os verões em que não chove.

2.6.5 Clima (Teixeira, C. 1981)

O clima da Bairrada é moderado, com invernos suaves e verões não muito quentes. Assim, tem características de uma zona de transição onde se misturam as influências atlânticas e mediterrânicas, onde estas sobressaem. Características mediterrânicas estão relacionadas com Verões quentes e chuva e Invernos suaves e chuvosos são devido a influências atlânticas.

No que diz respeito à temperatura e chuva são parâmetros que variam muito de ano para ano.

2.6.3 A Geologia da Vinha e dos Vinhos (Pinto, 1998)

A distribuição da vinicultura encontra-se em todas as formações geológicas, tendo maior incidência nas manchas do Jurássico Inferior e no vale do Cértima, a sul de Oliveira do Bairro. Encontra-se também nas zonas do Cretácico Superior e do Plio-Plistotécico.

Como já referido anteriormente, a parte substancial da região da Bairrada deriva de rochas do período Secundário (Triássico, Jurássico e Cretácico) que são constituídas essencialmente por grés, calcário, calcários margosos e margas, dando origem a solos muitos semelhantes.

Contudo, os grandes vinhos da Bairrada encontram-se nos terrenos do Jurássico e do Triássico, dando vinhos encorpados, taninosos, ricos em sabor e perfume. São considerados vinhos de longa duração que conseguem manter a sua exuberância durante 20/30 anos, ou mais.

2.7 Rota do Vinho da Bairrada (Correia, 2005), (Revista Vitude, 2014)

Apesar de Portugal ser uma pequena nação e ter uns limites de território reduzidos, é um país com muita história sobre produção de vinhos, estando entre os 10 maiores produtores de vinho, possuindo ainda mais de 200 tipos de uvas, sendo um grande prestígio para a viticultura portuguesa.

A Bairrada é uma região produtora de vinhos, com plena vitalidade e com uma história que procura um lugar no futuro. Ao longo dos tempos, foi uma terra de passagem e de conquistas, de lutas entre cristãos e árabes no tempo da formação de Portugal, quando a capital do reino era Coimbra e o caminho da afirmação era para sul. Mais tarde, foi também terra de defesa da independência ameaçada pelas invasões francesas.

Com todas estas passagens do passado, a viticultura da Bairrada sofreu algumas alterações pois os seus frutos sempre foram apreciados. Devido a isso, a exportação de vinhos para fora, mesmo para o estrangeiro, cedo se verificou.

Os vinhos da região vitivinícola da Bairrada (RVB) tiveram o início desde fundação de Portugal. D. Afonso Henrique autorizou a plantação de vinhas na região, desde que lhe fosse entregue (1/4) da produção. As primeiras referências escritas sobre viticultura remontam ao século X e XI, em livros do Mosteiro do Lorvão, mosteiro ao qual pertencia o senhorio das terras bairradinas.

Nos forais que D. Manuel I, encontram-se referências onde foram concedidas várias vilas bairradinas à cultura da vinha, justificando o reconhecimento do valor e da importância que os vinhos já representavam na economia regional.

No século XVII encontram-se registadas várias exportações de vinho através dos portos de Aveiro e Figueira da Foz. Esta atividade exportadora foi aumentando ao longo do século XVIII, sendo o seu principal destino o Reino de Inglaterra.

No fim do século XIX, António Augusto de Aguiar referiu nos seus relatórios sobre a vitivinicultura do Reino de Portugal, que a zona da Bairrada era a segunda mais importante região vitivinícola portuguesa, a seguir ao Douro, que ainda hoje assim o é. Deixou ainda, considerações sobre a vitivinicultura regional da época, com referências às castas utilizadas, modos de condução empregues, bem como análises físico-químicas e de prova dos vinhos desse tempo.

Em 1908, houve a criação da demarcação de outras regiões vitícolas, tendo sido proposta também para a região da Bairrada, devido à referência da qualidade dos seus vinhos. No entanto, a lei das regiões demarcadas de então, dificultava e pediam impostos de trânsito de vinhos de outras regiões na entrada da região demarcada. Era na altura considerada, um conceito de região demarcada, como proteção territorial dos vinhos da região, bem diferente do conceito de “Denominação de Origem” que é hoje utilizado.

2.8 Região Vitivinícola da Bairrada (Correia, 2005), (Revista Vitude, 2014)

A RVB de acordo com o Decreto-Lei nº 301/2003 de 4 de Dezembro, publicado no Diário da República, a RVB é reconhecida com a denominação de origem controlada (DOC) integrando-a na categoria dos vinhos de qualidade produzidos em regiões determinadas (VQPRD), de que podem usufruir os vinhos brancos, rosados, tintos e vinhos espumantes de qualidade produzidos em regiões determinadas (VEQPRD) e de aguardentes bagaceiras, produzidos na respetiva área delimitada. A Comissão Vitivinícola Regional da Bairrada é que certifica os vinhos da Bairrada, através da venda dos selos.

A principal uva da Bairrada, considerada a casta local, é a Baga, que corresponde a pelo menos 50% das uvas plantadas na região sendo uma variedade de tinto cujos taninos são muito ricos e presentes, garantindo longevidade elevada aos vinhos. Quanto às castas brancas, a que mais se destaca é a Fernão Pires, que tem também de nome de Maria Gomes, cujos vinhos são aromáticos e florais.

Segundos especialistas, os tintos de maior importância para a região são o Baga, Touriga Nacional, Castelão e Aragonez. Por outro lado, os brancos são representados com maior potencial o Maria Gomes, Bical, Arinto e Rabo de Ovelha.

Além dessas, a região recentemente foi liberada para cultivar junto com as castas portuguesas, castas estrangeiras, como a Cabernet Sauvignon, Syrah, Merlot e Pinot Noir. Tudo isso ajudou no aumento da exportação dos vinhos portugueses, para torna-los competitivos no mercado.

Por fim, não devemos deixar de falar da Bairrada sem falar da produção de espumantes, sendo a mais falada e apreciada, pois afinal ela é a região mais antiga e importante de Portugal na

elaboração deste tipo de vinho. Os vinhos espumantes são produzidos na Bairrada desde 1890, pelo método clássico, que dão muito mais sofisticação e fineza aos vinhos.

Após a publicação do Despacho Normativo nº669/94, de 22 de Setembro, a RVB foi estimulada a formular uma candidatura ao abrigo deste Despacho. Esta candidatura tinha quatro objetivos:

- Melhorar as estruturas dos vitivinicultores-engarrafadores;
- Proceder à sinalização exterior da região demarcada e interior dos agentes da rota;
- Elaborar documentação promocional;
- Desenvolver infraestruturas complementares da rota (centros de interpretação da rota e a Casa Museu do Vinho da Bairrada).

Na primeira reunião, em 1995, foi criado o núcleo regional dinamizador da Rota do Vinho da Bairrada (RVB), que integravam os quatro municípios principais da região, (Mealhada, Anadia, Cantanhede e Oliveira do Bairro); a Comissão Vitivinícola Regional da Bairrada; a ADELO – Associação de Desenvolvimento Local do Mondego e Bairrada; a Direção Geral de Turismo; o Fundo de Turismo; e a Comissão de Coordenação da Região Centro. Estava constituído o Conselho da Rota da Bairrada (CROT) que pretendia ser a base de sustentação da futura estrutura de animação e gestão da RVB e, ainda, observador das condições dos aderentes inscritos.

De seguida, procedeu-se à seleção dos aderentes que ocorreu em diversas etapas. Na primeira, foi dirigida uma carta a todos os vitivinicultores-engarrafadores autorizados pela Comissão Vitivinícola da Bairrada, para informar da iniciativa e quem estivesse interessado deveria preencher um formulário de intenção de candidatura e de investimentos associados. Na etapa seguinte, procedeu-se à apreciação das intenções de candidatura manifestadas pelos vitivinicultores-engarrafadores e de visitas de reconhecimento que foram baseadas numa grelha de avaliação, que correspondem aos seis critérios de adesão:

- Condições de acessibilidade.
- Enquadramento exterior.
- Características das instalações.
- Importância económica do projeto.
- Acolhimento.
- Obras/beneficiações e sua viabilidade.

2.9 Castas da Bairrada (Böhm, 2010)

2.9.1 Castas Tintas

Alfrogeiro – Preto

Origem da Casta

Esta casta é de origem desconhecida, tendo aparecido no último Século. Na literatura antiga, apenas se encontra referência a uma casta branca com este nome. Acredita-se que esta casta que se encontra no Douro, Bairrada e na Estremadura, é uma casta jovem e devido à sua intra variabilidade genética, suspeita-se que seja uma casta importada.

O Alfrocheiro apareceu no Dão depois da Filoxera; posteriormente, apareceu no Alentejo, devido à sua intensidade de cor para compensar a Moreto. Surge também no Ribatejo e na Bairrada.

Potencial Agrónomo

É uma casta que se adapta a qualquer tipo de poda, devido à boa fertilidade nos gomos basais, recomendando-se a poda curta. Na sua cultura, o solo deve ser arenoso e pouco fértil para assim conseguir obter a sua qualidade, não se dando em solos compactos e argilosos. O seu clima favorável é onde não haja muito *stress* hídrico não suportando muito a insolação.

Particularidades da Casta

Neste tipo de casta, deve-se evitar o excesso de produção, sobretudo nos primeiros anos, pois esta situação leva à deficiência da produtividade. A planta tem ainda muita sensibilidade à exposição solar, ocorrendo escaldões na fase da maturação bem como nos cachos na altura da segunda floração.



Figura 9 – Folha e cacho da casta Alfrogeira - Preto

Baga

Origem da Casta

Com origem no latim, o nome "Casta" significa "pura; sem mistura". A Baga é a casta tinta predominante da Bairrada, sendo também cultivada em outras Regiões, nomeadamente em Regiões vizinhas. Trata-se de uma casta de elevada produção, com cachos de bagos pequenos e de maturação tardia.

Potencial agrónomo

Conforme o local onde se encontra plantada, uma mesma casta reage de forma diferente, originando diferenças no produto final - o vinho.

Em solos argilosos e com boa exposição solar, a Baga consegue amadurecer convenientemente e produzir vinhos muito escuros, concentrados de aroma e que podem envelhecer em garrafa durante muitos anos.

Potencialidades da Casta

A folha adulta aparece muitas vezes com um “dente” num dos seios laterais superiores. Cacho pequeno, compacto e alado, porte retombante. Vinho muito taninoso, mas se elevada frescura e longevidade.



Figura 10 - Folha e cacho da casta Baga

Bastado

Origem da Casta

Vários autores descrevem esta casta como inconfundível devido à sua capacidade de gerar “doce”, sendo conhecida por todo o País.

O aroma desta casta é muito característico, lembrando frutos e bagas silvestres quando jovem, evoluindo para composições aromáticas mais complexas, com notas de fumo, café, erva seca, ameixas secas e tabaco. Ao longo do envelhecimento os vinhos ganham aromas mais complexos e profundos, com 10 anos ou mais de estágio surgem aromas de madeira mesmo em vinhos que aí nunca estiveram.

Potencial agrónomo

É uma casta de cultura fácil e favorável para obter qualidade em todos os terrenos profundos, secos e quentes. Em solos de xisto, consegue prolongar a fase de vegetação, adaptando-se a diferentes tipos de solo (xisto, barros drenados, aluvião e areia com disponibilidade de água).

Trata-se de uma casta rústica com boa plasticidade a adaptação regional. A sua vindima deve ser feita a temperaturas reduzidas.

Particularidade da casta

É uma casta precoce com bom potencial alcoólico, mas sensível, na fase de sobrematuração, à podridão e a murchar.



Figura 11 – Cacho e folha da casta Bastado

Cabernet Sauvignon

Origem da casta

É a casta vinífera de maior prestígio no mundo, cultivada em todas as regiões produtoras e degustada por todos. Muitas pessoas se referem a ela como sendo a "rainha das uvas tintas". Sua origem está associada à região de Bordeaux (Médoc) e é resultado do cruzamento entre as castas: Cabernet Franc e Sauvignon Blanc. Seu nome já aparece em registros do final do século XVIII.

Potencial agrônomo

Caracteriza-se pelos taninos densos, cor profunda, complexos aromas de frutos tais como ameixa e mirtilos. Nos vinhedos mais quentes, revela traços de azeitona e amora silvestre, enquanto que, nos mais frios, aparecem traços de pimentão. É uma variedade bastante vigorosa e de frutificação médio-tardia, vegetação bastante ereta e entre nódulos médio-curtos.

Potencialidades da Casta

Devido a sua deliciosa estrutura e base aromática a Cabernet Sauvignon é a casta tinta perfeita para harmonizar com comida. Praticamente todas as culturas culinárias possuem pratos que combinam perfeitamente com ela.



Figura 12 - Folha e cacho da casta Cabernet Sauvignon

Castelão

Origem da Casta

Encontra-se no Sul do País com uma grande tradição histórica. A sua zona de maior distribuição é no Ribatejo. Durante décadas foi a casta tinta mais plantada em Portugal e no Alentejo, recomendada e com presença maioritária na quase totalidade dos encepamentos das oito sub-regiões alentejanas.

Potencial agrónomo

Adapta-se a diversas condições ambientais, sendo uma casta muito versátil. Para que seja uma boa casta deve ser cultivada em solos profundos tipo Podzol (Pegões), de areia pliocénica (Charneca do Ribatejo) e argilo-calcários (Estremadura).

Deve-se evitar o excesso de produção com utilização de porta-enxertos muito vigorosos.

Particularidades da casta

Tem uma rebentação múltipla, sensível ao desavinho e à bagoinha. É uma casta com uma qualidade de vinho muito acentuada em condições edafoclimáticas desfavoráveis ou com excesso de produção.



Figura 13 - Folha e cacho da casta Castelão

Jean

Origem da Casta

Tem origem em Espanha, Bierzo/Castilla-léon, com denominação de Mencia. Em Portugal, a denominação é recente, sendo ainda desconhecida em 1897.

Potencial agrónomo

Casta que se adapta a qualquer tipo de poda, não tendo problemas de afinidade, recomendando-se várias vezes a desfolha, adaptando-se ao clima e ao solo. É versátil quanto ao tipo de solo, desde que não haja excesso de humidade.

Particularidades da Casta

Reconhece-se pela folha adulta com página inferior glabra (sem pelos), entrenós curtos. É uma videira de maturação precoce tendo uma produtividade elevada com qualidade e resistência à seca. Normalmente, apresenta uma fraca acidez natural, originando vinho sem longevidade.

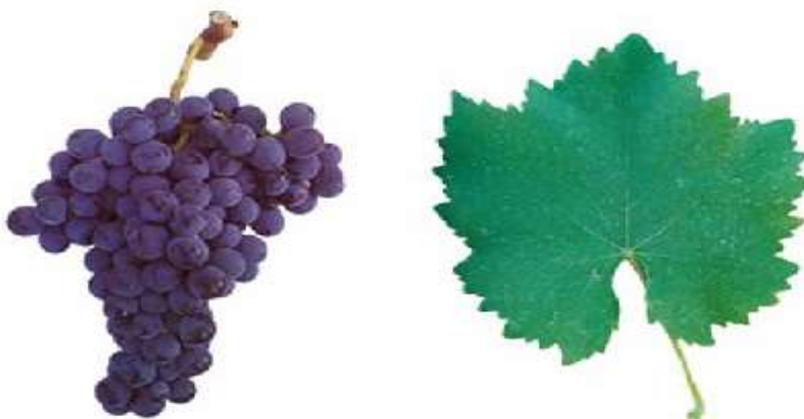


Figura 14 – Cacho e folha da casta Jean

Merlot

Origem da Casta

Originária da região de Bordeaux, a Merlot é descendente da Cabernet Franc e meia-irmã da Carmenère e da Cabernet Sauvignon. A Merlot é uma uva misteriosa, os primeiros registros oficiais são muito recentes, apenas de 1784 em Bordeaux (Cotes de Libournais). Na Itália (Vêneto) ela é mencionada apenas em 1855 com o nome de "Bordò".

Potencial Agrônomo

A Merlot é uma variedade que possui uma casca mais fina comparada com a Cabernet Sauvignon e é menos resistente a solos frios e normalmente amadurece algumas semanas (normalmente duas) antes que da Cabernet. Por isso, adequa-se de maneira destacada em solos com maior quantidade de argila, como os de Libourne, onde a argila é predominante. É uma casta mais sensível a doenças, como Coulture, e podridão, e é mais sensível a geadas mais fortes.

Potencialidades da Casta

Normalmente, dependendo de como é cultivada, a Merlot produz vinhos com taninos de média intensidade. Sempre concede carga de frutas vermelhas e negras. Quando é plantada em climas mais quentes, aporta aos seus vinhos a fruta negra mais intensa e toques de chocolate. Se não manuseada adequadamente, e principalmente quando é colhida antes de sua plena maturação, dá tons muito herbáceos e verdes.



Figura 15 - Folha e cacho da casta Merlot

Syrah

Origem da Casta

Casta de excelência na região francesa de Côtes du Rhone, onde produz vinhos de elevada qualidade. A syrah encontra-se atualmente dispersa um pouco por todo o mundo marcando presença nas mais variadas regiões vitivinícolas mundiais, nomeadamente Espanha, Califórnia, Argentina e África do Sul e Portugal.

No Alentejo, a syrah tem mostrado uma enorme capacidade de adaptação aos nossos solos pouco férteis e às tórridas tardes de Verão, revelando-se uma mais valia para os vinhos alentejanos.

Potencialidades da Casta

Produz vinhos robustos, alcoólicos, carregados de cor e tânico, no entanto estes amadurecem e suavizam rapidamente conferindo-lhes a capacidade de serem bebidos desde cedo.

Apresentam uma enorme apetência para o envelhecimento em madeira de carvalho, exalando agradáveis aromas a frutos maduros, compotas, chocolate acompanhadas de apontamentos a especiarias.



Figura 16 - Folha e cacho da casta Syrah

Touriga Nacional

Origem da casta

Tem origem no Norte nas sub-regiões do Douro e das Beiras. Dão e Douro reclamam para si a paternidade da casta Touriga Nacional, que ainda assume as sinonímias Preto Mortágua, Mortágua, Tourigo Antigo e Tourigo.

Hoje é a variedade nacional que mais viaja, a mais desejada e elogiada das castas nacionais, dentro e fora de fronteiras, conquistando espaço em todo o território nacional, bem como em Espanha, Austrália, África do Sul e Califórnia.

Potencial agrónomo

Este tipo de casta exige elevada insolação e calor. O sistema de condução pode ser qualquer um desde que se condicione o vigor. No caso da condução moderna e novos clones produtivos, deve-se evitar o excesso de produção nos anos iniciais da plantação, devido ao enfraquecimento da planta ou mesmo da degradação da sebe.

Potencialidades da Casta

É uma casta de máximo valor enológico (casta-piloto) em zona quente, com elevada intensidade. Tem um bom teor alcoólico, ótima concentração de cor, elevada complexidade, taninos finos, sabores intensos, volume, equilíbrio e aromas florais distintos são características comuns a vinhos elaborados com esta cepa. Ocorre uma redução de qualidade quando há pouca insolação, ou de falta de disponibilidade hídrica.



Figura 17 - Folha e cacho da casta Touriga Nacional

2.9.2 Castas Brancas

Arinto

Origem da casta

Esta casta é conhecida nas zonas da Beira, Douro, Estremadura e no Minho, assumindo diferentes sinonímias ao longo do país, com nomes tão díspares como Pedernã, Pé de Perdiz Branco, Chapeludo, Cerceal, Azal Espanhol, Azal Galego e Branco Espanhol.

Potencial Agrónomo

É uma casta que se adapta a todos os tipos de condução, particularmente ao cordão. Os solos dos quais se adapta melhor são solos profundos bem drenados, de areia tipo Podzol (Pegões), de aluvião e de areia pliocénica (Ribatejo). O seu clima favorável é de alta flexibilidade, de moderado até quente, desde que haja humidade no solo. Pode-se tornar problemática na altura das vindimas, devido à altura do calor, recomendando-se a vindimar à noite.

Potencialidades da casta

É uma casta de grande tradição nas zonas Litorais e no Ribatejo. No abrolhamento, distingue-se por abrolhar primeiro com uma cor carmim forte, apresentando a folha adulta uma ondulação típica. Tem uma maturação precoce, com elevada graduação alcoólica, baixa acidez e aroma intenso. A qualidade do vinho varia muito com o fator edafo-climático. Enquanto nas zonas litorais o vinho se apresenta fresco e frutado, no interior pode-se manifestar com aroma pesado e enjoativo.



Figura 18 – Cacho e Folha da casta Arinto

Bical

Origem da Casta

É uma casta de expansão limitada nas Beiras, sendo conhecida na Bairrada, zona de Aveiro, Anadia e Oliveira do Bairro.

Potencial agrónomo

É denominado por "Borrado das Moscas", devido às pequenas manchas castanhas que surgem nos bagos maduros.

O grau alcoólico do mosto é muito alto (14,5°) no material tradicional e em matéria clonal é de 12, 5°.

Potencialidades da Casta

Os vinhos resultantes são especialmente macios e aromáticos, frescos e bem estruturados. As notas de pêsego e alperce são os traços aromáticos mais distintivos, acompanhadas por vezes, e nos anos mais maduros, por discretas e sensuais notas de fruta tropical.

A casta apresenta excelentes resultados quando estagiada em madeira, sobretudo quando em contacto prolongado com as borras. Na Bairrada a casta Bical é muito utilizada na produção de espumante, sendo frequentemente associada nos lotes com as castas Arinto e Cercial.



Figura 19 - Cacho e Folha da casta Bical

Chardonnay

Origem da casta

A origem da casta Chardonnay remonta ao antigo Médio Oriente, como muitas castas consideradas antigas, mas foi em França (Borgonha) que provém esta casta.

É uma das castas mais populares em todo o mundo, sendo muito cultivada e bastante conhecida em Portugal.

Potencial agrónomo

É uma casta fácil de cultivar, adaptando-se a uma enorme variedade de climas e solos, tendo uma grande produtividade influenciando o rendimento económico.

Potencialidades da Casta

A Chardonnay é reconhecida internacionalmente como a “Rainha das uvas Brancas”, pois consegue obter boas produções de vinho branco dourado, devido ao seu processo ser feito em madeira, permitindo a produção espumantes deliciosos.



Figura 20 - Cacho e Folha da casta Chardonnay

Fernão Pires

Origem da Casta

Nacionalmente, é conhecida na zona do Douro, nas Beiras, Estremadura, zona de Castelo Branco e Guarda, sendo a sua região de maior expansão a zona do Ribatejo. Internacionalmente, é encontrada na Austrália, Nova Zelândia, Califórnia e África do sul.

Potencial agrónomo

Adapta-se a qualquer tipo de sistema de condução, particularmente ao cordão. O solo mais favorável para se conseguir a qualidade na casta, são solos profundos bem drenados, de areia tipo Podzol (Pegões), de aluvião e de areia pliocénica (Ribatejo).

Tem grande flexibilidade em se adaptar a um clima favorável, desde que haja humidade no solo.

Por ser problemática devido ao calor na altura da vindima, recomenda-se vindimar de noite.

Potencialidades da Casta

A Fernão Pires é uma das castas brancas mais plantadas em Portugal. É mais cultivada nas zonas do centro e sul, especialmente na zona da Bairrada (onde é conhecida por Maria Gomes).

É uma casta de maturação precoce, elevada graduação alcoólica, baixa acidez com um aroma intenso.

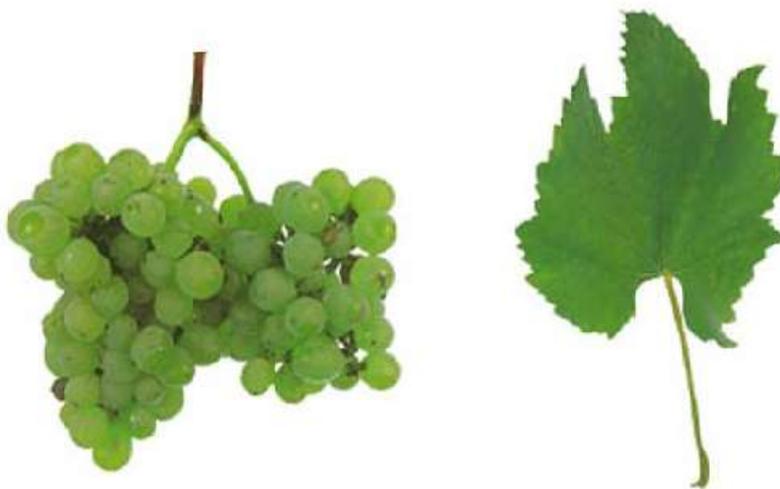


Figura 21 - Cacho e Folha da casta Fernão Pires

Rabo de Ovelha

Origem da casta

É uma casta que se encontra dispersa por todo o país, especialmente no Alentejo, Ribatejo e na Estremadura.

Potencial agrónomo

O seu sistema de condução adapta-se a qualquer tipo de poda, recomendando-se a técnica do cordão bilateral.

Os solos devem ter teores equilibrados de xisto, calcário e uma boa disponibilidade hídrica para se obter uma casta com qualidade.

A casta Rabo de Ovelha apresenta cachos médios e bagos pequenos de cor verde amarelada. Os vinhos são de alto teor alcoólico, boa longevidade e elevada acidez, tendo na sua composição aromas discretos, com notas florais, vegetais e até minerais.

Potencialidades da Casta

É uma casta que se distingue pelo formato dos cachos e pelas folhas com limbo ondulado. Este é tipo de casta produtora de volume, ou seja, trazendo maior produtividade vinícola, sendo o seu aproveitamento tirado na produção de vinho em “box”, por ter graduação mais baixa comparativamente a outras castas.



Figura 22 - Cacho e Folha da casta Rabo de Ovelha

3 Material e Métodos

3.1 Recolha de informação das áreas de teste.

A presente dissertação integra uma série de dados recolhidos num período de 1 de Maio a 30 de Setembro de 2016. A seleção da recolha tem em conta o ciclo vegetativo das vinhas, terminando com a colheita da uva. Durante este período verificaram-se ocorrências de fitopatologias nas vinhas de Enxofães (Cantanhede) e Vacariça (Mealhada), tendo sido possível verificar a sua espacialização (figura 23).



Figura 23 - Localização das vinhas e fitopatologias

Sendo o tema de estudo as fitopatologias, foi necessário analisá-las, de modo a e identificar as variáveis que têm maior influência na sua génese e na propagação. Existe uma diversidade de condições que podem ser determinantes na propagação das fitopatologias, contudo atendendo às condicionantes deste projeto, não foi possível reunir as condições necessárias para uma análise exaustiva. Desta forma, a análise apresentada neste estudo, apesar das condicionantes a ele inerente,

tem em conta um conjunto de variáveis que são determinantes na propagação das fitopatologias discriminadas. Essas variáveis são maioritariamente explícitas por:

- Humidade
- Temperatura
- Exposição solar
- Linhas de água

É importante realçar que a área de estudo está enquadrada na RDB, porém é um recorte da COS, selecionados os níveis de nível 5 (vinhas, vinhas com pomar e vinhas com olival) da nomenclatura de 2007. Assim a área de estudo fica localizada entre Enxofães (Cantanhede) e Vacariça (Mealhada).

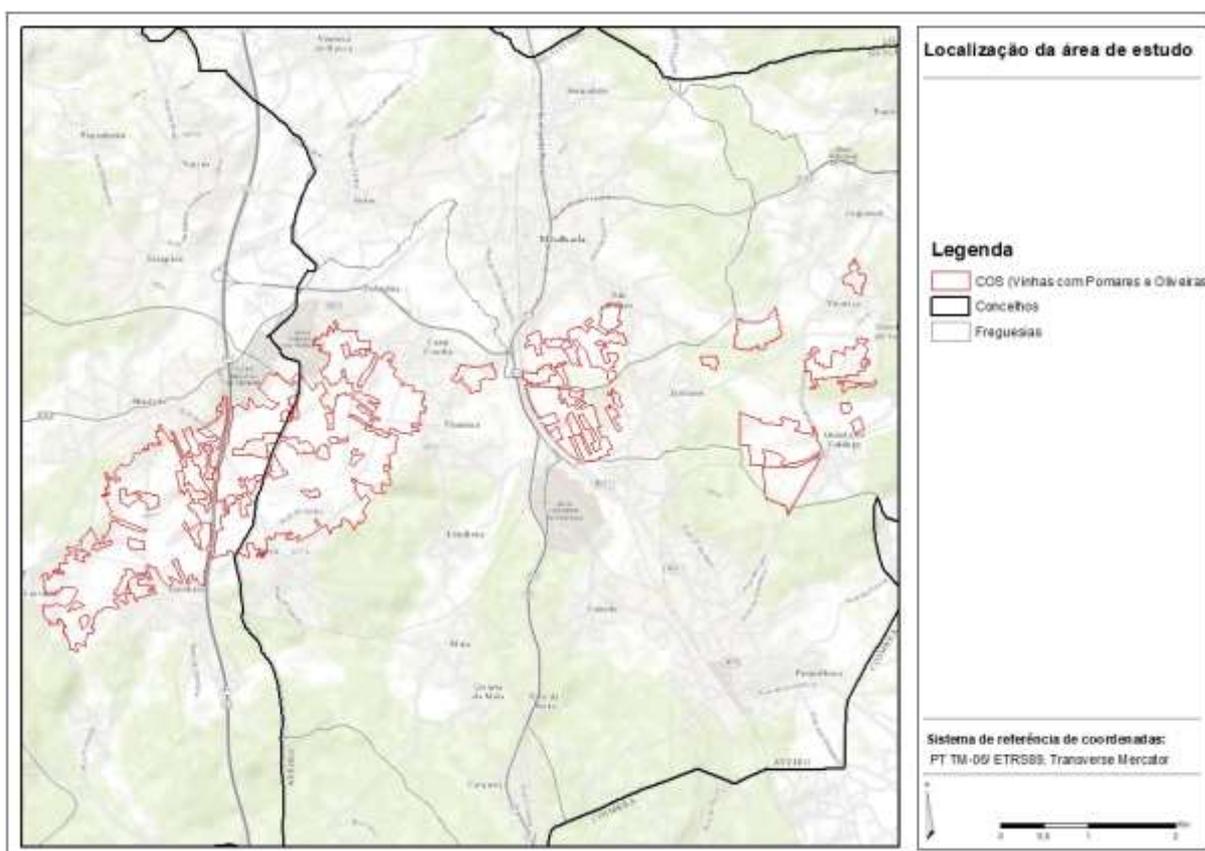


Figura 24 – Localização da área de estudo, carta de uso do solo

3.2 Temperatura e Humidade

A análise do comportamento das temperaturas e da humidade, durante o período de 5 meses, baseia-se em dados registados em estações meteorológicas. Os dados foram retirados de estações meteorológicas entre as quais, a Estação Vitivinícola da Bairrada, Weather Underground, Sogrape Vinhos, Escola Superior Agrária de Coimbra e duas estações colocadas nas vinhas em estudo.

É de salientar que nem todas as estações seguem o mesmo programa de manutenção, assim é determinante especificar que por via destes programas de manutenção, pode por ventura ser justificado algum enviesamento dos dados utilizados.

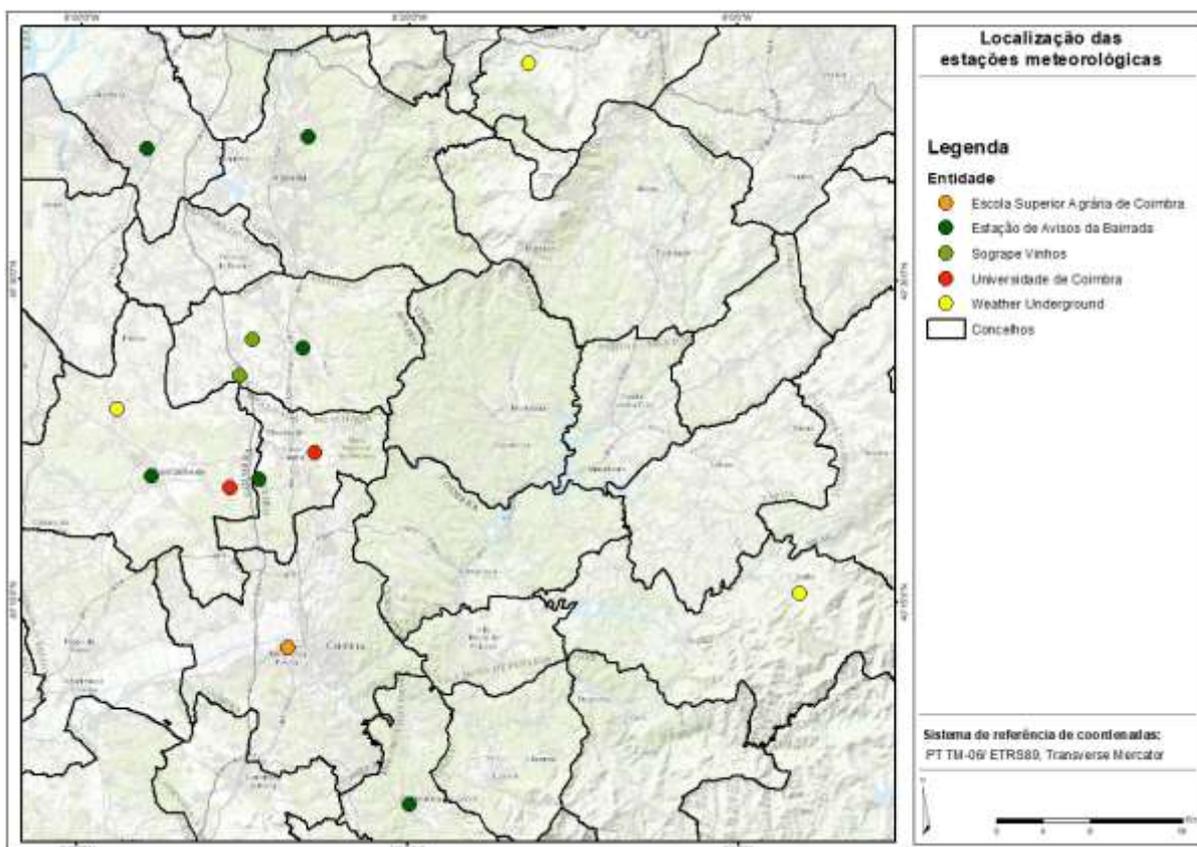


Figura 25 – Localização das estações meteorológicas

Na seleção das estações foi tida em conta a proximidade geográfica destas face à área de estudo. Atendendo ao facto de não existirem dados em abundância nas mediações da área de estudo, para que fosse possível a utilização de uma ferramenta comum de interpolação (kriging, IDW ...), optou-se por um método de interpolação geoestatístico, *EBK Regression Prediction*, que se

mostra capaz de combinar várias variáveis num único modelo de interpolação. Esta ferramenta pode ser considerada um híbrido dado que mistura dois métodos diferentes: a regressão de mínimos quadrados que funciona modelando o valor médio com uma soma ponderada das variáveis explicativas e a “*krigagem*” simples que assume as médias são relativamente constantes.

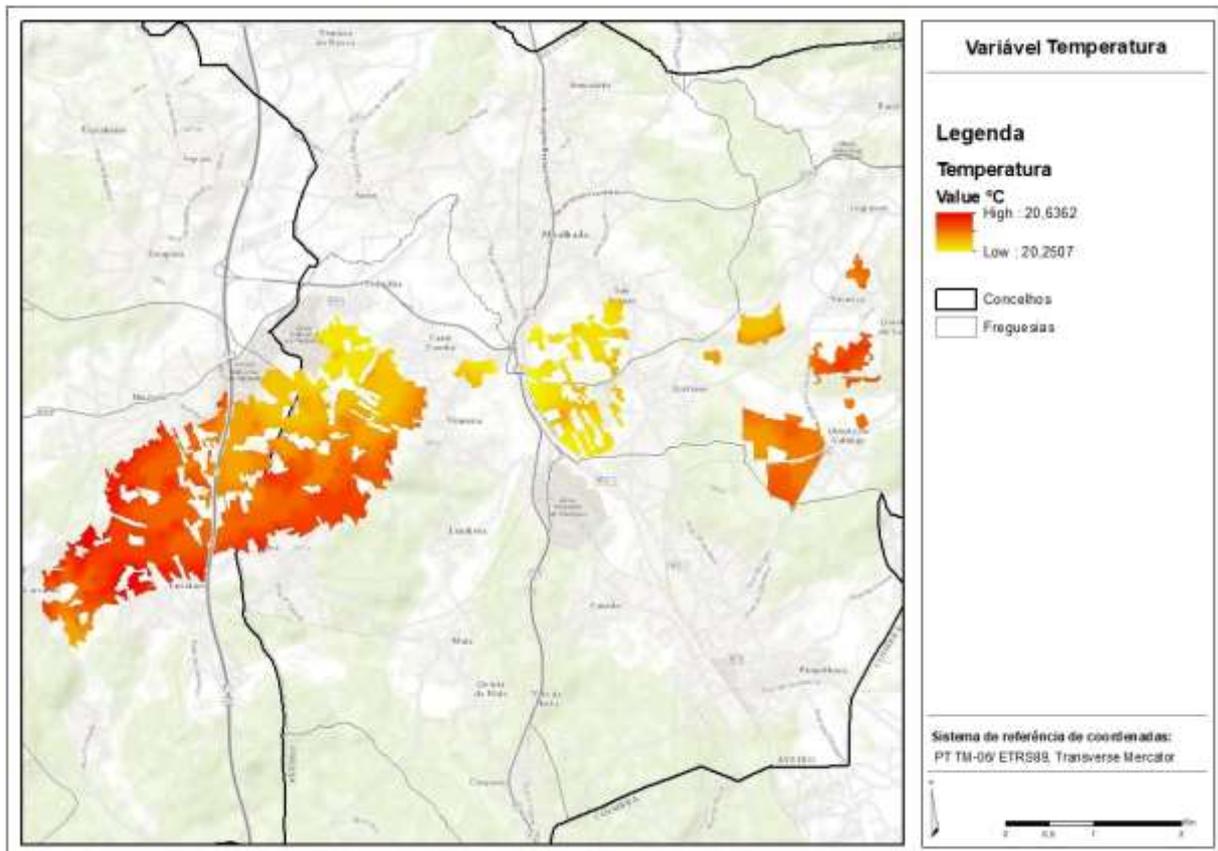


Figura 26 – Distribuição da temperatura

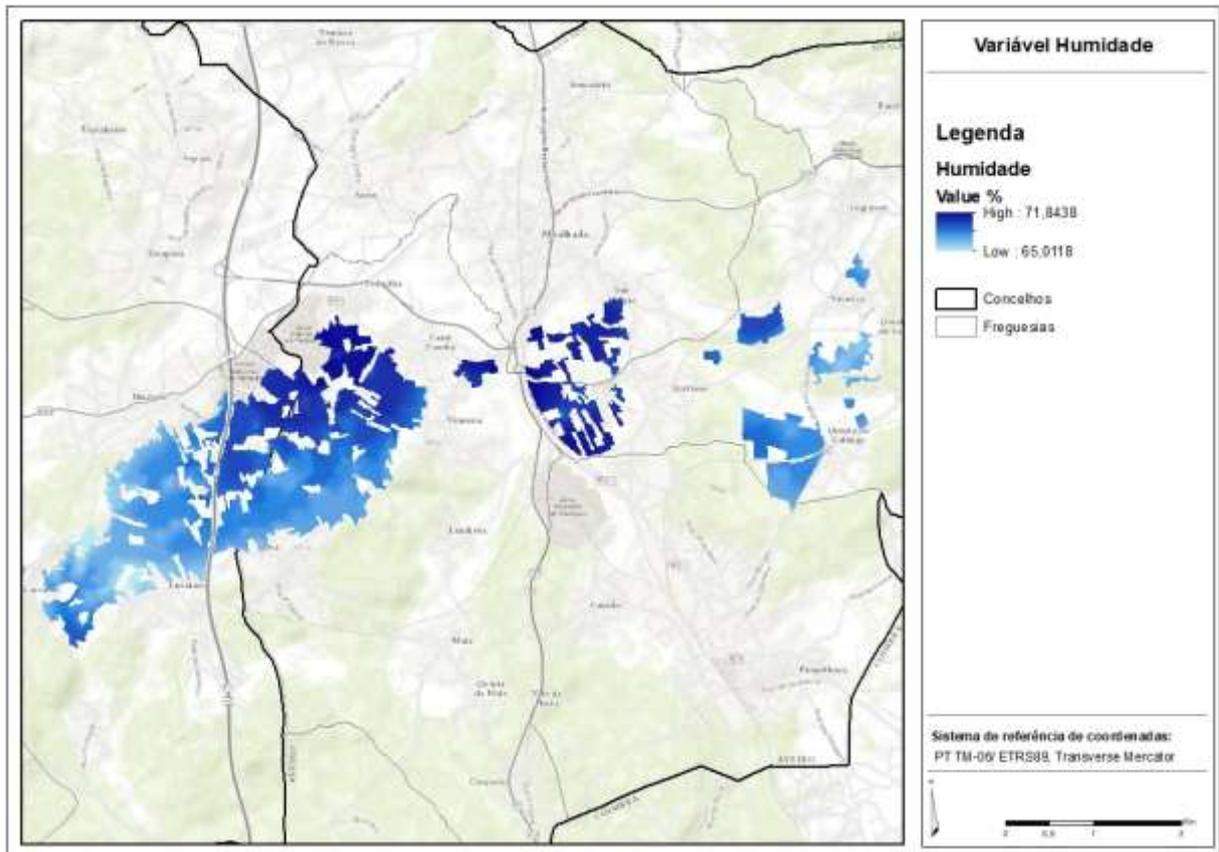


Figura 27 – Distribuição da humidade

3.3 Exposição solar e Linhas de água

Para a criação destas variáveis foi necessário utilizar a altimetria, pontos cotados e linhas de água das cartas 1/10000 cedidas pelas Câmaras Municipais de Cantanhede e Mealhada.

Deste modo, foi criado um MDT e posteriormente um mapa de exposição solar, utilizando a ferramenta *Solar Radiation Analysis* do ArcGIS (da ESRI) tendo como resultado final a exposição solar horária do período de análise. A análise explica os efeitos da atmosfera, a latitude, a topografia local, o declive, a orientação, o deslocamento diário e sazonal do sol e os efeitos produzidos pela sombra topográfica. Assim, é possível melhor descrever a contribuição da topografia na variação de microclimas existentes na área em questão. A determinação destes microclimas permite uma melhor compreensão sobre outros fatores que se revelam determinantes na influência das fitopatologias, tais como: a temperatura do ar e do solo, a evapotranspiração, entre outros.

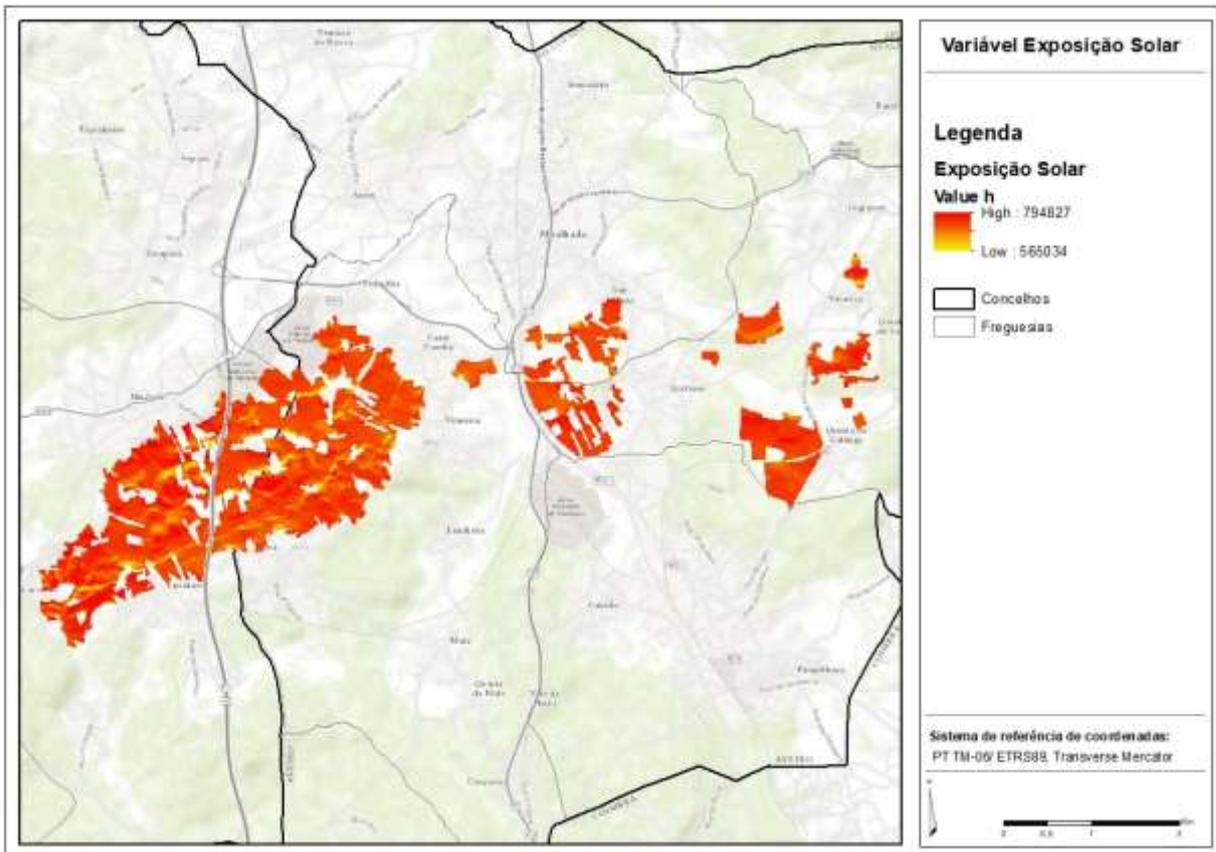


Figura 28 – Mapa da exposição solar

Para as linhas de água foi utilizada a ferramenta *Euclidian Distance* do ArcGIS (da ESRI) de modo a definir uma classificação em concordância com a proximidade das linhas de água com as vinhas. A distância euclidiana é calculada a partir do centro da célula de origem para o centro de cada uma das células circundantes, sendo que a distância para cada célula é determinada pelo cálculo da hipotenusa.

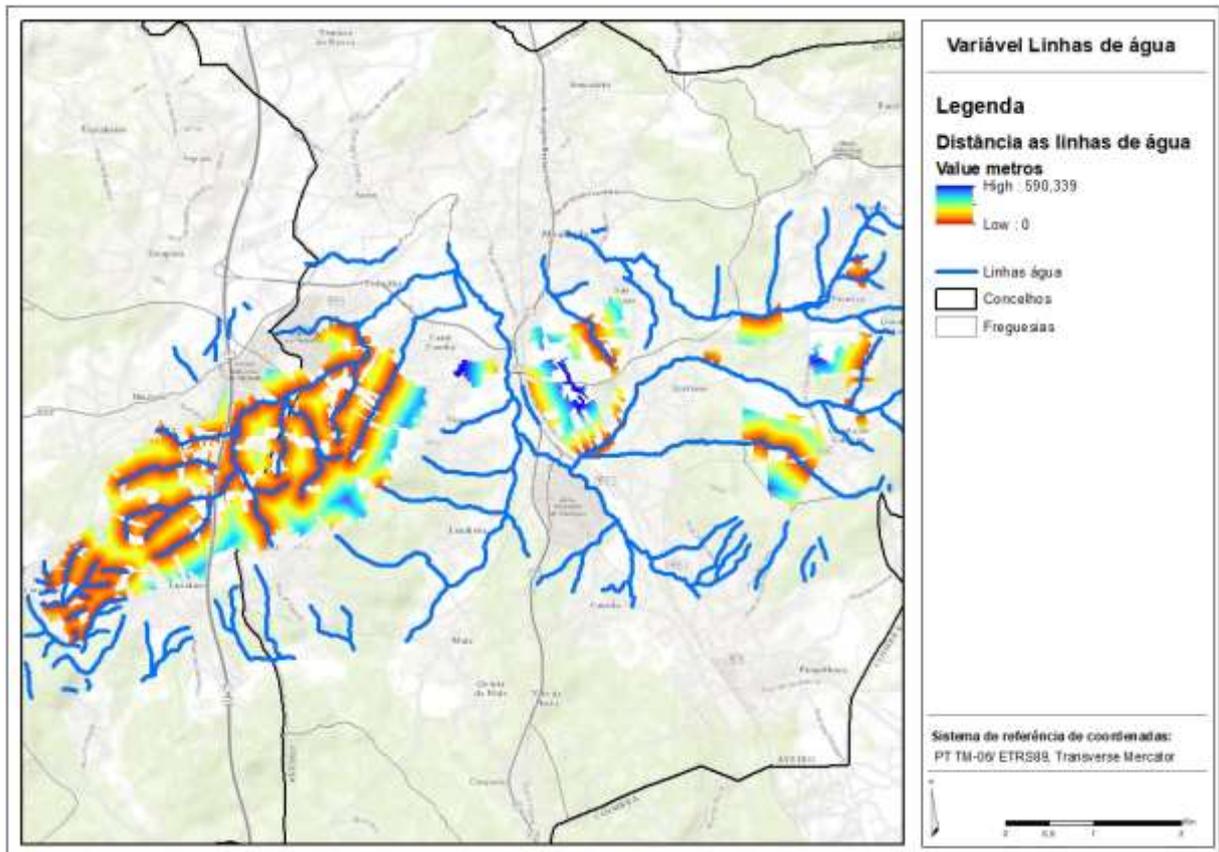


Figura 29 – Euclidian distance as linhas de água

3.4 Ferramenta “Marine Geospatial Ecology Tools” (Jason J.Roberts, B. D. 2010)

O MGET, também conhecido como o pacote GeoEco Python, é uma caixa de ferramentas de geoprocessamento de código aberto projetada para pesquisadores costeiros e marinhos e analistas de SIG que trabalham com dados ecológicos e oceanográficos espacialmente explícitos em fluxos de trabalho científicos ou de gerenciamento. O MGET inclui mais de 300 ferramentas úteis para uma variedade de tarefas, como o descarregamento de conjuntos de dados oceanográficos comuns em formatos compatíveis com SIG identificando frentes e redemoinhos em imagens de satélite, construindo modelos de habitat estatísticos a partir de observações de espécies e criando mapas de habitat, modelando conectividade biológica simulando hidrodinâmica, dispersão de larvas e redes de construção que resumem esforço de pesca, CPUE e outras estatísticas. Atualmente em desenvolvimento, são ferramentas para analisar redes de conectividade, para estimar o esforço de pesca quando nenhum dado de esforço está disponível, para prever o habitat do fundo duro da batimetria de grãos grosseiros, e muito mais. Para melhor estabelecer a relação entre as várias variáveis em estudo, utiliza diferentes modelos matemáticos estatísticos, nomeadamente o Modelo Linear Generalizado (MLG) e o Modelo Aditivo Generalizado (MAG).

Neste estudo foram usados dois modelos matemáticos de otimização – o MLG e o MAG. Estes Modelos foram utilizados anteriormente, para além de projetos costeiros e marinhos, também para criar uma Modelação Predicativa Arqueológica, tendo como objetivo principal criar mapas de distribuição preditiva de lugares arqueológicos com base em registos já conhecidos, fazendo a ligação entre meios ambientais e culturais. Este último foi projetado na parte sul da Polónia.

No caso deste nosso estudo, estes modelos foram escolhidos porque os parâmetros utilizados são muito semelhantes, tanto no meio marinho como arqueológico, onde são utilizados parâmetros físicos e as condições naturais. Desta forma, estes dois métodos de regressão MLG e MAG são utilizados pela sua capacidade de analisar e prever locais tanto da diversidade marinha como de lugares arqueológicos, sendo que o objetivo nesta dissertação é a previsão de locais onde venham a ocorrer fitopatologias.

Os modelos estatísticos constituem ferramentas úteis para resumir e interpretar dados, podendo ainda facilitar a avaliação da forma e a intensidade de associações de interesse em diversos estudos.

Dada a complexidade das relações de interesse, a escolha de modelos apropriados para a análise reveste-se de bastante importância. Por exemplo, modelos de regressão linear servem para investigar se uma variável resposta Y está associada a variáveis explicativas X_1, X_2, \dots, X_N , mas este tipo de modelo avalia esta associação apenas sob a ótica linear, que nem sempre é aquela que rege os fenómenos considerados. Além disso, é importante ter em consideração que as suposições usualmente empregues na análise dificilmente corresponderão à realidade de um modo exato, por mais sofisticado que seja o modelo em questão.

Outros aspetos a serem considerados nos estudos são a distribuição da variável resposta, a presença de tendência e sazonalidade, a presença de sobredispersão e a possível existência de autocorrelação entre as observações medidas ao longo do tempo, entre outros.

Uma metodologia bastante usada na tentativa de solucionar os problemas citados envolve o ajuste de Modelos Lineares Generalizados. Nesse caso, o controle da sazonalidade é realizado por intermédio do uso de variáveis indicadoras para estações do ano, meses do ano ou meses de estudo, ou da inclusão de termos de seno e co-seno de diferentes frequências, por exemplo.

Pretende-se apresentar assim uma outra classe de modelos denominada "Modelos Aditivos Generalizados" (MAG) como uma alternativa para a modelagem de relações não lineares que não

apresentam uma forma definida. Esse tipo de modelo baseia-se em funções não paramétricas, denominadas curvas de alisamento, em que a forma da associação é definida pelos próprios dados.

Um modelo bastante simples, amplamente utilizado na análise desse tipo de dados, é o modelo de regressão linear gaussiana. Este modelo é interessante pela sua simplicidade, interpretação e boas propriedades dos estimadores de seus parâmetros.

3.4.1 Modelo Linear Generalizado (Conceição, Saldiva, & Singer, 2001)

“É possível utilizar métodos análogos àqueles desenvolvidos para o modelo de regressão linear gaussiana, em situações em que a variável resposta obedece a outras distribuições que não a Normal, ou em que a relação entre a variável resposta e as variáveis explicativas não é linear. Isto deve-se, em parte, ao conhecimento de que muitas das propriedades da distribuição Normal são partilhadas por uma grande quantidade de distribuições.

Os modelos lineares generalizados englobam os modelos de regressão linear simples e múltipla, regressão logística, regressão de Poisson e muitos outros, como modelos log-lineares para dados categorizados. Os pontos básicos desses modelos são:

1. K valores independentes Y_1, \dots, Y_K , de uma variável resposta que segue uma distribuição da família exponencial, com valor esperado $E(Y_i) = \mu_i$;
2. K vetores $x_i = (1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{ip})$, $i=1, \dots, K$, contendo os valores das p variáveis explicativas;
3. uma função monotônica e diferenciável g , chamada de função de ligação, tal que

$$g(\mu_i) = x_i' \beta \quad i = 1, \dots, K \quad \text{com} \quad \beta = (\beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_p) \text{ representando o vetor de parâmetros a serem estimados.}$$

Se g é a função identidade, isto é, se $g(\mu_i) = \mu_i$, então $\mu_i = E(Y_i) = x_i' \beta$, e o modelo resultante, com algumas suposições adicionais, é o modelo de regressão linear gaussiana citado anteriormente.

Se g é a função logarítmica e Y_i tem distribuição de Poisson, o modelo resultante é o modelo de regressão de Poisson, cada β_i em (I) determina o "efeito" da variável X_i em $g(\mu_i)$. No modelo de regressão de Poisson, o valor e equivale ao risco relativo de ocorrência do evento de interesse quando há um aumento D unidades em X_i .

O vetor de parâmetros β em (I) pode ser estimado pelo método de máxima verossimilhança, e os cálculos envolvem um procedimento iterativo.”

3.4.2 Modelo Aditivo Generalizado (Conceição, Saldiva, & Singer, 2001)

“O MAG é uma extensão do MLG, em que o termo $X_i^t \beta = \sum_{X_{ij}} \beta_j$ é substituído por $\sum f_j(x_{ij})$, com $f_j(x_{ij})$ denotando uma função não paramétrica, ou seja, cuja forma não é especificada, estimada através de curvas de alisamento. Com essa substituição, não é necessário assumir uma relação linear entre $g(\mu_i)$ e as variáveis explicativas, como no MLG. De facto, não é necessário conhecer previamente a forma dessa relação, mas é possível estimá-la a partir de um conjunto de dados. Essa função estimada ($\hat{f}_j(x_{ij})$), também chamada de curva alisada, em muitas situações, não é nada mais nada menos que a média dos valores Y_i na vizinhança de um dado valor x_i . A curva alisada permite então descrever a forma, e mesmo revelar possíveis não linearidades nas relações estudadas, uma vez que não apresenta a estrutura rígida de uma função paramétrica.

Os procedimentos de estimação para os MAG são semelhantes aos adotados na estimação sob os MLG.

No caso mais simples, vamos assumir $E(\varepsilon_i) = 0$, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$, $i=1, \dots, N$, e que os erros são independentes.

Um alisador é uma função de x e y com o mesmo domínio de x , definida para todo ponto x_0 ou, algumas vezes, apenas para os x_i da amostra. Para cada valor x_i o alisador associa um valor $f(x_i)$ cuja estimativa $\hat{f}(x_i)$ pode ser obtida. Os valores desta função devem, por definição, ser mais "suaves" do que os valores de y , ou seja, devem ter menor variabilidade do que os valores de y . Uma estimativa bastante simples para $f(x_i)$ é a média dos valores de y correspondentes a valores próximos de x_i ; essa estimativa é usualmente chamada de média móvel. Esses "valores próximos" podem ser definidos a partir de um conjunto que inclui o próprio x_i além de k pontos à sua direita e k pontos à sua esquerda, quando existirem. Formalmente, $\hat{f}(x_i) = \text{média}_{j \in V^s(x_i)}$, onde $V^s(x_i)$ é uma vizinhança próxima simétrica de x_i , isto é, $V^s(x_i) = \{\max(i-k, 1), \dots, i-1, i, i+1, \dots, \min(i+k, N)\}$.

As duas classes de modelos apresentadas podem produzir resultados coerentes, mas os modelos estatisticamente mais sofisticados têm mais poder para detetar efeitos significativos que foram, como esperado, de menor magnitude. Isto pode ocorrer porque os MAG incorporam informações acerca da sazonalidade, tendência e da relação com as variáveis meteorológicas de um modo menos restritivo. A abordagem que utiliza variáveis indicadoras impõe a restrição de que uma variável ao longo de todo o mês é constante e só vai se alterar no primeiro dia do mês seguinte, quando deverá permanecer constante novamente até o final do mês e assim por diante. A abordagem baseada em curvas de alisamento permite que o padrão sazonal seja definido pelos próprios dados, sem a imposição de uma estrutura rígida e, talvez, menos fidedigna.

A desvantagem da utilização de curvas de alisamento é que os coeficientes estimados correspondentes a essas curvas nos modelos de regressão não são interpretáveis, e a estimação do risco relativo associado a variações nas variáveis envolve procedimentos computacionais intensos e que ainda não foram implementados nos pacotes estatísticos atuais. No entanto, sempre que houver interesse direto na estimação do risco, os alisadores podem ser utilizados numa primeira abordagem, com o objetivo de sugerir ao pesquisador que tipo de função paramétrica (polinômios de 2º grau, 3º grau etc.) ou variável indicadora seria mais adequada.

Aparentemente, os MAG são modelos mais simples, ou seja, necessitam de um menor número de variáveis explicativas, o que justificaria o fato de detetarem um maior número de associações.”

4 Resultados e Discussão

No presente ponto analisam-se os resultados obtidos pelos métodos apresentados anteriormente. A apresentação dos dados para o período analisado segue a ordem que foi estabelecida no “material e métodos”.

4.1 Temperatura média e Humidade média

De acordo com os resultados obtidos através da análise do comportamento da temperatura média, estudadas para o período compreendido entre 1 de Maio a 31 de Setembro, é notório que não existe uma grande variação. A variação é entre 20.636 °C e 20.250 °C (figura 30).

Pode verificar-se que existe uma tendência de aumento de temperatura consoante a elevação vai aumentando.

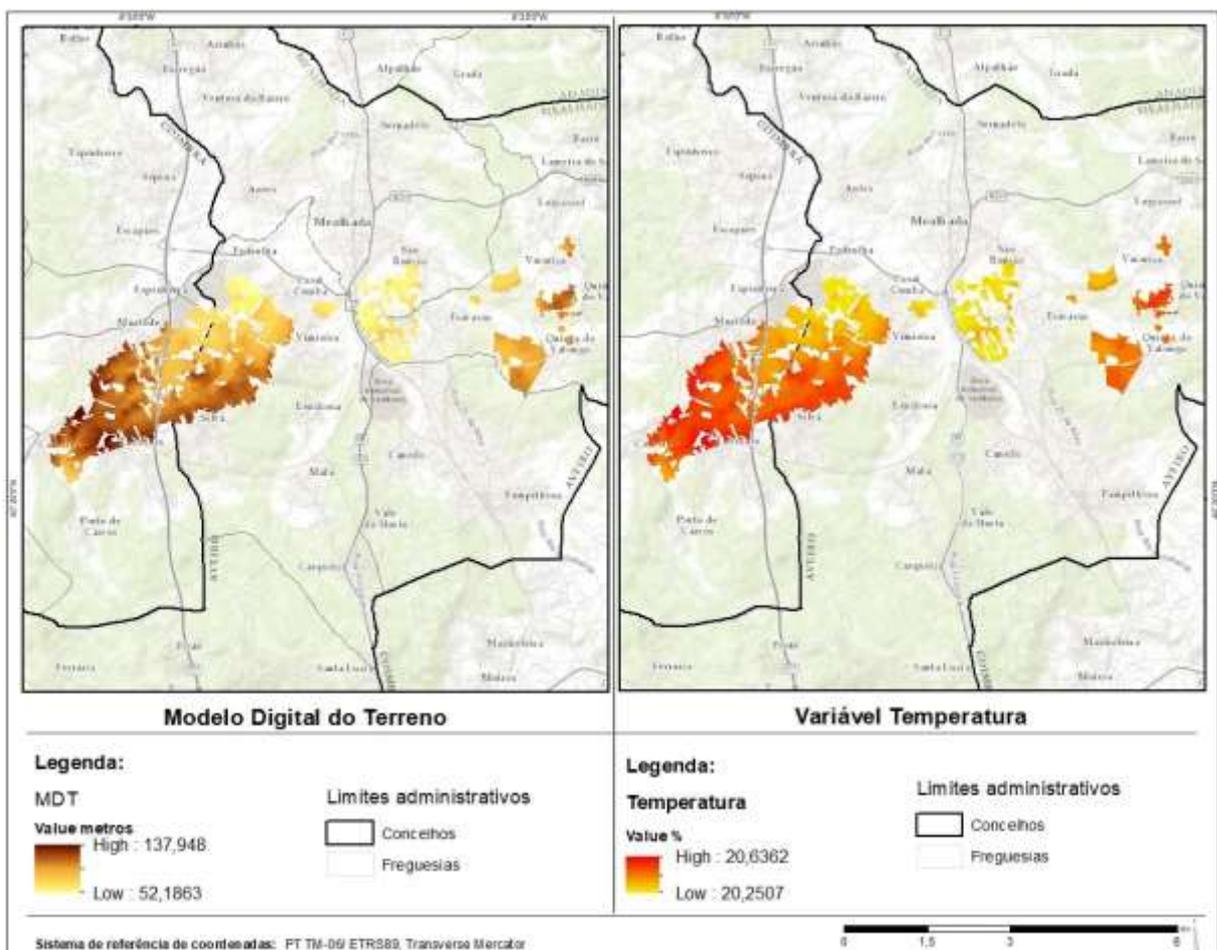


Figura 30 – Relacionamento do MDT com a Temperatura

Ao contrário do que se verificou com a temperatura, a variação da humidade é maior, variando de 65.0 % a 71.8 % (Figura 31). Neste caso, a tendência observada é o contrário que se pode observar na temperatura, isto é, a humidade vai aumentando o seu valor consoante vai diminuindo a elevação. Conclui-se então que a elevação tem influência nas duas variáveis.

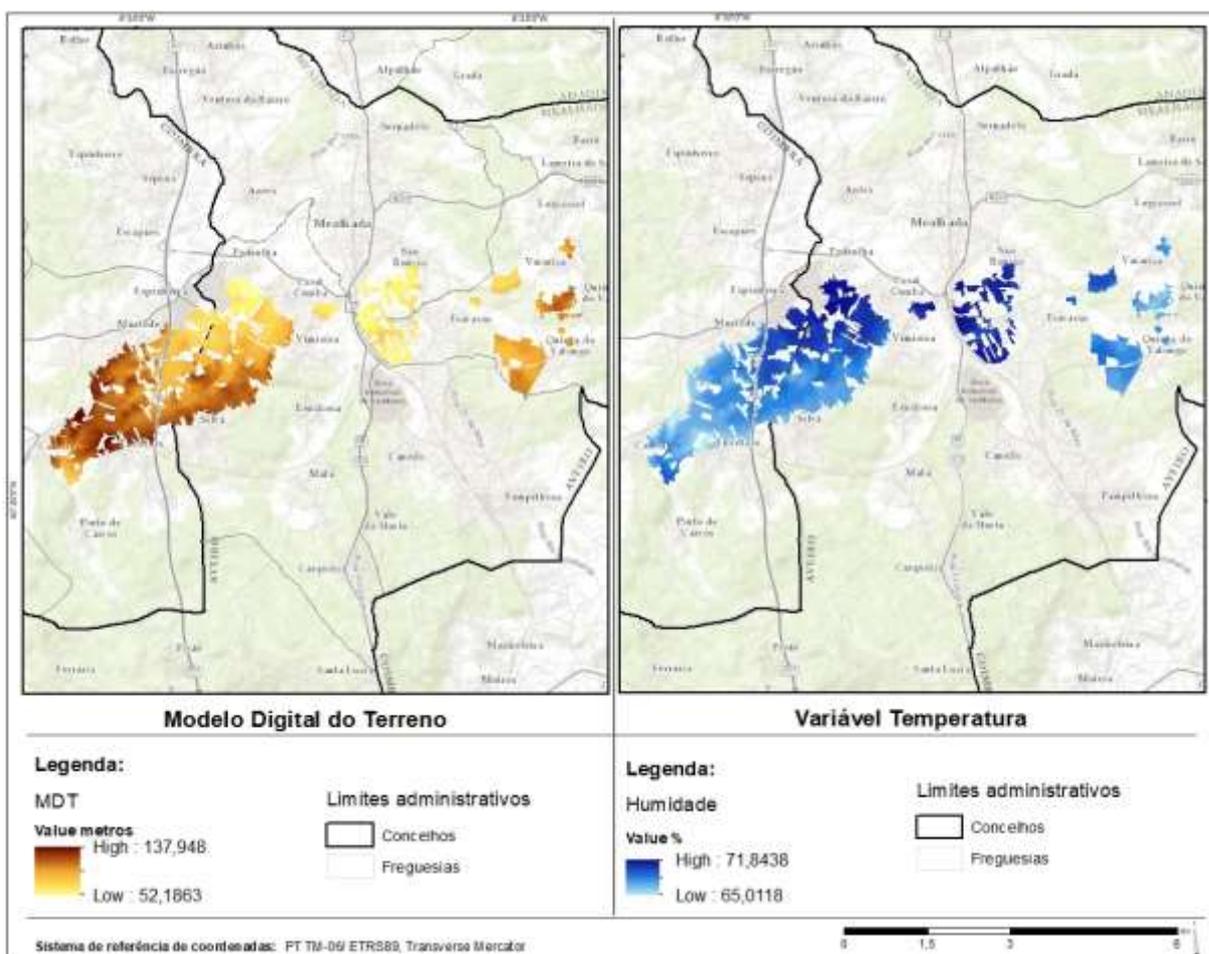


Figura 31 - Relacionamento do MDT com a Humidade

Verificou-se que relativamente aos quantitativos de humidade e temperatura, as amostras são claramente influenciadas pela sazonalidade do período de recolha, isto é derivado ao facto das amostras se concentrarem no período de verão (Maio – Setembro), levando a que a distribuição geográfica seja determinante para a obtenção dos valores apresentados. Verifica-se que as estações localizadas na região interior, embora que influenciadas pelo fator altitude, apresentam maiores valores de temperatura e menores valores de humidade. Em sentido contrário, observa-se que as estações localizadas no litoral, apresentam valores de temperatura mais baixos e valores de

humidade mais elevados. Assim, atendendo a estas condicionantes, verificou-se que o modelo de interpolação executado atende a estas regras generalizando-as.

4.2 Comparação dos Modelo Linear Generalizado e Modelo Aditivo Generalizado

Após análise pormenorizada dos processos de modelação linear generalizado e aditivo generalizado, foi possível interpretar que a distinção entre estes modelos é praticamente inexistente, independentemente da fitopatologia a que o modelo foi exposto. Assim, é pertinente especificar que o resultado final de cada modelo visa a criação de uma carta de risco onde o valor sofre uma variação entre 1 (maior probabilidade de ocorrência) e 0 (menor probabilidade de ocorrência).

Desta forma, devido a alguns erros de cobertura por parte do MAG face ao MLG, optou-se por realizar uma análise individual das fitopatologias apenas para o segundo modelo. As figuras 32, 33, 34 e 35 apresentam as comparações visuais possíveis de retratar entre cada caso.

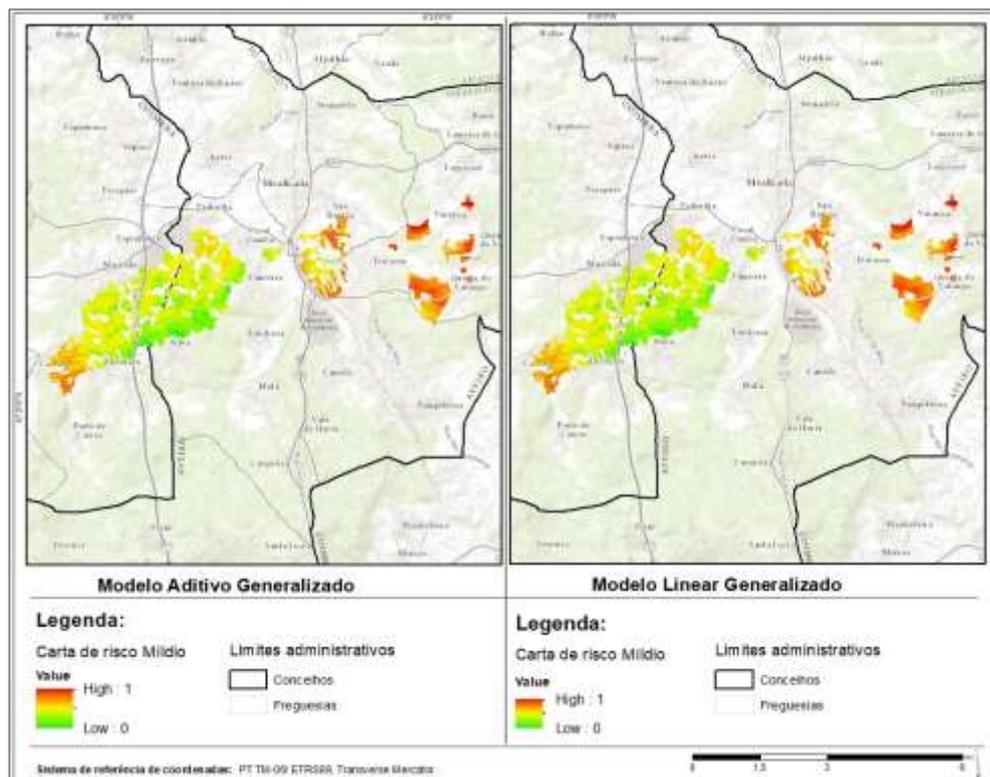


Figura 32 - Comparação do MAG e MLG para a casta Mildio

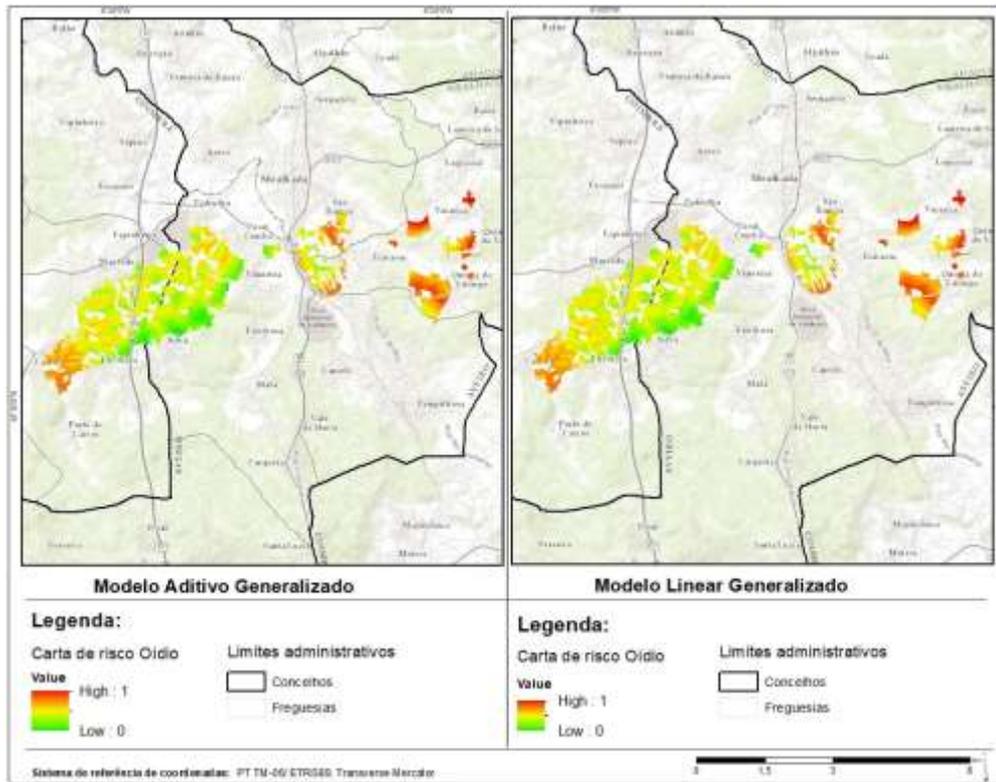


Figura 33 - Comparação do MAG e MLG para a casta Oídio

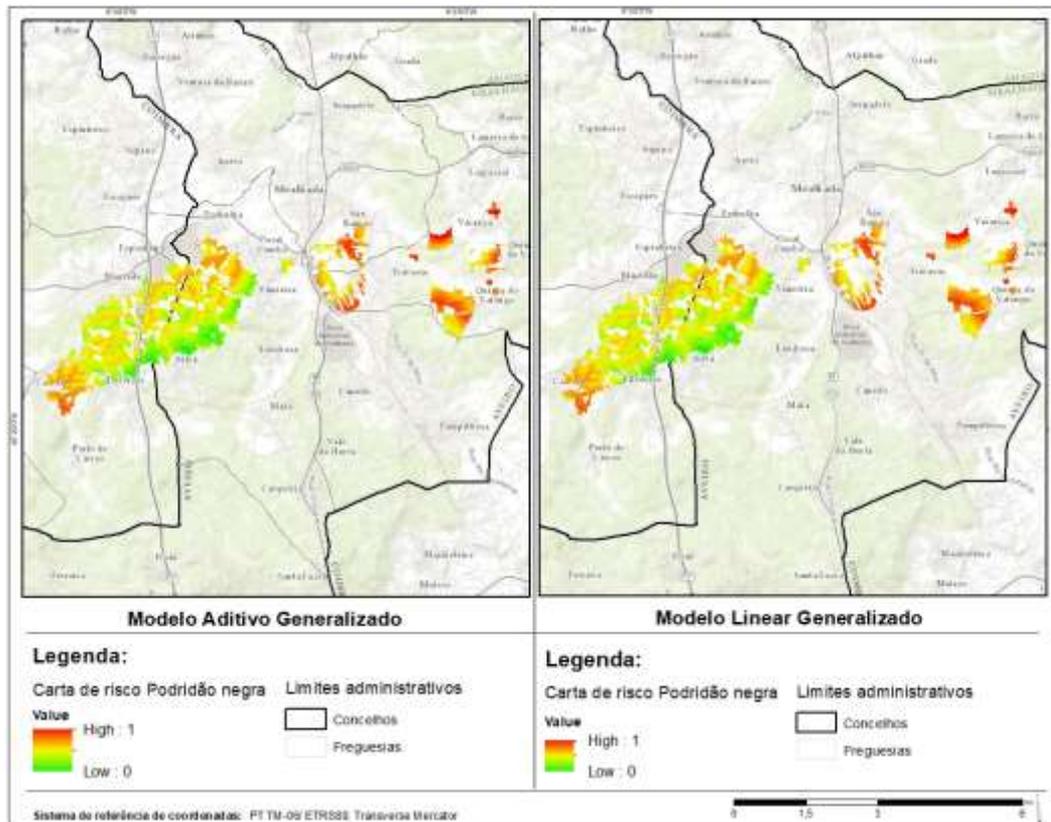


Figura 34 - Comparação do MAG e MLG para a casta Podridão negra

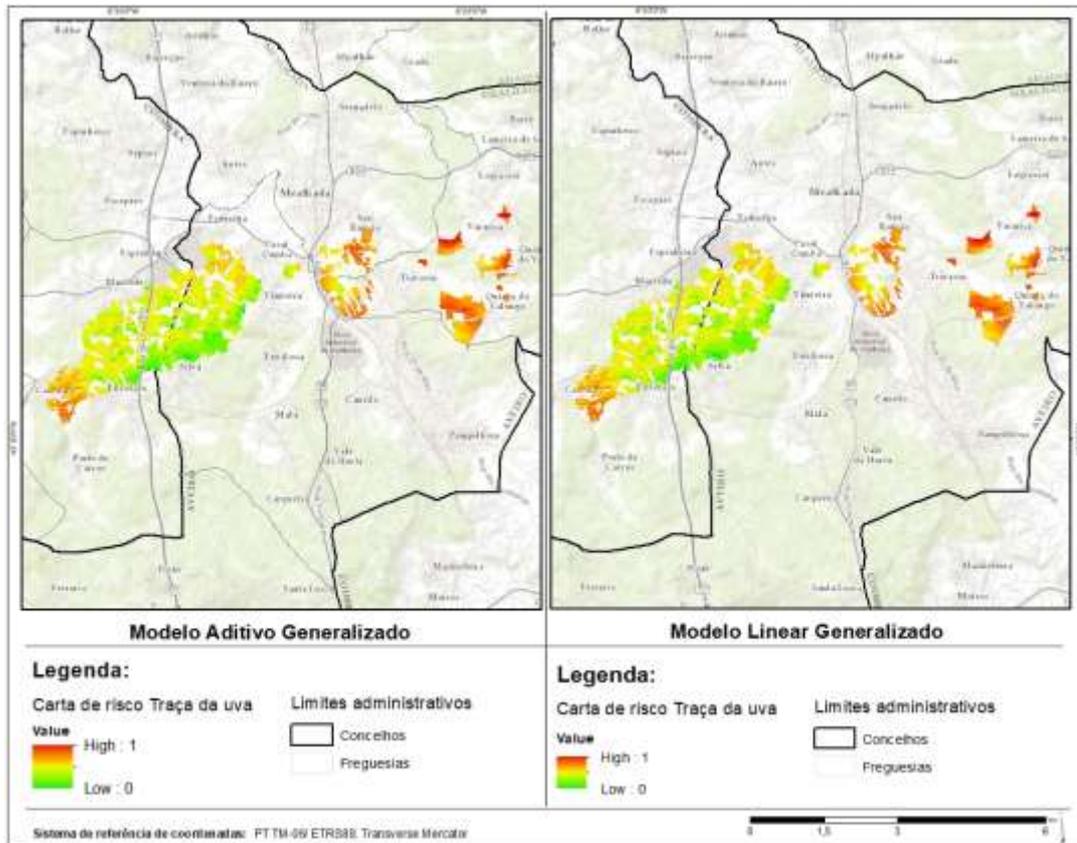


Figura 35 - Comparação do MAG e MLG para a casta Traça da uva

No MLG verifica-se que existe um padrão de deslocamento para as extremidades da área de estudo, porém, ao observar todas as variáveis, consegue perceber-se que a distância das linhas de água e a exposição solar são aquelas que exercem maior influência na concentração das áreas de risco. Ou seja, em relação às linhas de água o risco de aparecimento das fitopatologias aumenta de acordo com a sua proximidade. Em sentido contrário atua a exposição solar, quanto menor a exposição menor o risco de afetação das vinhas às fitopatologias.

4.3 Resultados finais

Após análise dos resultados da modelação e determinadas as condições de exposição da área de estudo às fitopatologias, considera-se que o trabalho levado a cabo atingiu o seu objetivo principal. Contudo, apesar de ser interessante a verificação de resultados em campo, isto revelou-se impossível dada a inexistência de informação registada da propagação das fitopatologias. Todavia, após o trabalho de campo realizado, e na impossibilidade de recolher a informação anteriormente mencionada, foi possível analisar junto dos viticultores, que o sector oeste da área de estudo apresenta maior vulnerabilidade face a alguns tipos de patologias e.g. traça da uva. Em relação às restantes fitopatologias, foi possível apurar que não existe uma área de propagação exata, sendo possível caracterizá-la como irregular.

Assim, através do processo de modelação, foi possível concluir que a variável preponderante para propagação da generalidade das fitopatologias é a proximidade geográfica aos cursos de água. Outra das conclusões a que o modelo conduziu foi a da relação direta entre as variáveis temperatura e humidade, ou seja, a verificação de quantitativos de temperatura e humidade elevados revelam conjunturas ideais para a ocorrência dos registados.

Outra das ilações que foi possível tirar neste processo de modelação, é que, de acordo com as condições naturais do espaço, a fitopatologia que revela maior adaptabilidade verifica-se na podridão negra.

Em sentido contrário, o processo de modelação revela menor adaptabilidade do míldio sendo possível encontrar semelhanças de comportamento com o oídio, onde estas tendem instalar-se em núcleos específicos não revelando uma grande dispersão por toda a área de estudo.

Por fim, em relação à traça da uva, é interessante determinar que apesar desta ter uma génese distinta das restantes uma vez que consiste numa praga e não um fungo, é importante analisar que no que corresponde à sua propagação, esta apresenta um comportamento semelhante às restantes, apresentando condições favoráveis de acordo com os cursos de água.

5 Considerações finais

Definidas as principais conclusões do presente trabalho, é de fulcral importância mostrar que este processo de modelação complexa poderá ser melhorado utilizando mais variáveis. Atendendo a este facto é fundamental mencionar que um processo de modelação independentemente da sua génese é sempre uma abstracção da realidade, ou seja, um modelo produz sempre um resultado com um certo grau de incerteza sobre o sistema que este tenta reproduzir e sobre as variáveis que o influenciam.

Propõe-se assim desenvolver as limitações e as oportunidades a ele inerentes. Neste âmbito, pretende apresentar-se uma componente de possível desenvolvimento de todo o processo de modelação propondo um projeto futuro, que visa um melhoramento do desempenho global do processo de modelação, mais eficaz no que concerne à deteção de fitopatologias capazes de danificar as colheitas vitivinícolas em toda região.

Uma das propostas que pode trazer melhores resultados a todo o processo de modelação está relacionada com o tipo de castas no espaço e dimensão da área em estudo. Esta variável encontra-se subdividida em vários sectores, levando a crer que na eventualidade desta consistir num terreno contínuo poderia conduzir a melhores resultados uma vez que, determinadas porções de terreno consideradas no estudo não apresentam apenas plantação de vinha, tendo outros tipos de aproveitamento agrícola induzindo inevitavelmente o modelo num certo erro.

Outra variável no processo de modelação encontra-se relacionada com a biodiversidade envolvente do vinhedo. O tipo de plantações ou a fauna podem originar diversas vulnerabilidades na propagação de fitopatologias, sendo importante uma recolha e análise destas de forma a obter um resultado mais objetivo.

O vento é um modo de disseminação de pragas e fungos, levando a que estas afetem mais facilmente outras áreas da plantação, em particular os fungos já que estes proliferam essencialmente desta forma. Esta variável, embora impossível de ser controlada, é passível de observação e estudo tendo de ser levada em conta apesar da sua difícil objetividade no modelo.

Como última condicionante do modelo, temos o índice de folha molhada, a qual nos indica o tempo que a folha da videira permanece molhada até que fique seca, permitindo obter uma análise do possível aparecimento, permanência ou propagação de diversas fitopatologias.

As Tecnologias de Informação Geográfica são uma ferramenta importantíssima para conseguir aplicar todas as variáveis anteriormente mencionadas, porém existe muitas mais aplicabilidades destas tecnologias. Por exemplo, a utilização de um drone com câmara de infravermelhos pode ter uma variedade de utilidades como por exemplo, calcular o índice de vegetação com a variação das bandas do infravermelho próximo e do vermelho conseguindo-se medir a capacidade fotossintética, o stress hídrico e a incidência de fitopatologias. Para esta dissertação ou para um tema parecido seria interessante utilizar este método. Sendo difícil localizar a maior parte das fitopatologias dado que podem aparecer no cacho da uva, na folha ou na cepa, poderia ser utilizado um marcador biológico, que em contacto com a fitopatologia fica-se com uma pequena florescência detetada pelo infravermelho. Assim, seria possível localizar e fazer uma luta mais direta as fitopatologias.

Atualmente, as tecnologias estão a ser utilizadas para monitorização das vinhas em tempo real antes de uma colheita, e com a recolha de informação vai permitir um planeamento da colheita podendo haver uma otimização da vindima e da produção do vinho. Por fim, consegue-se guardar um histórico de todas as vendimas fazendo depois uma comparação que permite melhorar o processo de planeamento.

Atendendo ao exposto, conclui-se que o carácter multidisciplinar de todo o processo de plantio de vinhas. Neste sentido, tendo em consideração as diferentes variáveis neste processo, podemos concluir que a viticultura é um processo complexo.

6 Bibliografia

- Arnó, J., Martínez Casasnovas, J. A., Ribes Dasi, M., & Rosell, J. R. (2009). Review. Precision viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. Spanish Journal of Agricultural Research, 7(4), 779. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009074-1092>
- Ana Aguiar, A. M. (s/ data). Manual Técnico de proteção integrada da vinhana região Norte. Pedro Amaro.
- Aubert, B. A., Schroeder, A., & Grimaudo, J. (2012). IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. Decision Support Systems, 54(1), 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>
- Associação Interprofissional de Produção e Comércio da Bairrada. (s/ data). Apontamento Histórico. Obtido de Comissão Vitivinícola da Bairrada:
<http://www.cvbaIRRada.pt/pt/castas/castas/scripts/core.htm?p=castas&f=castas&lang=pt&idsec=131&idcont=189>
- Associação Interprofissional de Produção e Comércio da Bairrada. (s/ data). Castas Brancas. Obtido de Comissão Vitivinícola da Bairrada:
<http://www.cvbaIRRada.pt/pt/conteudos/conteudos/scripts/core.htm?p=conteudos&f=conteudos&lang=pt&idcont=108>
- Associação Interprofissional de Produção e Comércio da Bairrada. (s/ data). Castas Tintas. Obtido de Comissão Vitivinícola da Bairrada:
<http://www.cvbaIRRada.pt/pt/castas/castas/scripts/core.htm?p=castas&f=castas&lang=pt&idsec=132&idcont=135>
- Braga, R. (2009). Inovação e tecnologia na formação agrícola. (s/ data). AJAP - Associação Dos Jovens Agricultores de Portugal, 97.
- Bolonhez, L. G. (13 de 6 de 2017). Adega. Obtido de Revista Adega:
http://revistaadega.uol.com.br/artigo/merlot_4226.html
- Böhm, J. (2010). *Enciclopédia dos vinhos de Portugal - O grande livro das castas : Portugal vitícola*. Lisboa: Chaves Ferreira.

- Casella, G., Fienberg, S., & Olkin, I. (2006). Springer Texts in Statistics. Design (Vol. 102).
<https://doi.org/10.1016/j.peva.2007.06.006>
- Clark, M. (2013). Generalized additive models. Getting Started with Additive Models Ir R, 31.
- Clube de Vinhos. (s/ data). As principais castas de vinho branco. Obtido de Clube de Vinhos:
<http://clubedevinhos.com/artigos/principais-castas-vinho-branco>
- Coelho, J. P. C., & Silva, J. R. M. (2009). Agricultura de precisão. Parte II: Diagnóstico. Retrieved from
<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/eventos/eventos-gerenciais/convencao-da-rede-agricultura-de-precisao-1/convencao-da-rede-de-agricultura-de-precisao-1/Conceito de AP.pdf>
- Correia, L. (2005). As rotas dos vinhos de Portugal: estudo de caso da Rota do Vinho da Bairrada. Tese de Mestrado: Universidade de Aveiro.
- Costa, J. M., Vaz, M., Escalona, J., Egipto, R., Lopes, C., Medrano, H., & Chaves, M. M. (2016). Modern viticulture in southern Europe: Vulnerabilities and strategies for adaptation to water scarcity. *Agricultural Water Management*, 164, 5–18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.021>
- Conceição, G. M., Saldiva, P. H., & Singer, J. d. (2001). Modelos MLG e MAG para análise da associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbi-mortalidade: uma introdução baseada em dados da cidade de São Paulo. *Rev. Bras. Epidemiol* Vol. 4, Nº 3, p. 206.
- Dong, X., Vuran, M. C., & Irmak, S. (2013). Autonomous precision agriculture through integration of wireless underground sensor networks with center pivot irrigation systems. *Ad Hoc Networks*, 11(7), 1975–1987. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.06.012>
- ESRI. (s/ data). An overview of the Solar Radiation tools. Obtido de ArcGIS for Desktop:
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/an-overview-of-the-solar-radiation-tools.htm>
- ESRI. (s/ data). Euclidean Distance. Obtido de ArcGIS for Desktop:
<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/euclidean-distance.htm>

- ESRI. (s/ data). What is EBK Regression Prediction. Obtido de ArcGIS Desktop:
<http://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/geostatistical-analyst/what-is-ebk-regression-prediction-.htm>
- Filippini Alba, J. M., Flores, C. A., & Miele, A. (2017). Geotechnologies and soil mapping for delimitation of management zones as an approach to precision viticulture. *Applied and Environmental Soil Science*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4180965>
- Fox, J. (2008). Generalized Linear Models. *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models*, 135, 379–424. <https://doi.org/10.2307/2344614>
- Hastie, T. J., & Tibshirani, R. (1990). Generalized additive models. *Statistical Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.csda.2010.05.004>
- Jason J.Roberts, B. D. (2010). Marine Geospatial Ecology Tools: An integrated framework for ecological geoprocessing with ArcGIS, Python, R, MATLAB, and C++. *Environmental Modelling & Software*, 1197 - 1207.
- Łuczak A., (2013), Using predictive modelling methods as a way of examining past settlement patterns: an example from southern Poland, [w:] Non-destructive approaches to complex archaeological sites in Europe: a round-up. Radio-past colloquium, Ghent, 15-17 January 2013, eds. F. Vermeulen, C.Corsi, GHENT UNIVERSITY 2013, p. 70-71. e-publication ISBN: 978-94-6197-109-8
- Kitchen, N. R., Sudduth, K. A., Myers, D. B., Drummond, S. T., & Hong, S. Y. (2005). Delineating productivity zones on claypan soil fields using apparent soil electrical conductivity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 46(1–3 SPEC. ISS.), 285–308.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2004.11.012>
- Neves, M. (s/ data). Pragas e Doenças da Vinha. DRABL - Direção Rwgional de Agricultura da Beira Litoral.
- Magalhães, I., Andrade, A., & Neves, M. (2013). RELATÓRIO DE ACTIVIDADES. ESTAÇÃO DE AVISOS DA BAIRRADA, pp. 22-34.

- Matese, A., Vaccari, F. P., Tomasi, D., Gennaro, S. F. Di, Primicerio, J., Sabatini, F., & Guidoni, S. (2013). Crossvit: Enhancing canopy monitoring management practices in viticulture. *Sensors (Switzerland)*, 13(6), 7652–7667. <https://doi.org/10.3390/s130607652>
- Matese, A., Toscano, P., Di Gennaro, S. F., Genesio, L., Vaccari, F. P., Primicerio, J., ... Gioli, B. (2015). Intercomparison of UAV, aircraft and satellite remote sensing platforms for precision viticulture. *Remote Sensing*, 7(3), 2971–2990. <https://doi.org/10.3390/rs70302971>
- Mario Saraiva Pinto (1998), A. F.-C. (s/ data). Enciclopédia dos vinhos de Portugal - Os vinhos da Bairrada. Chaves Ferreira - publicações, S.A.
- Matos, M. (2014). <http://www.agronegocios.eu/>. Obtido de AGROnegocios: <http://www.agronegocios.eu/noticias/entrevista-a-ricardo-braga/>
- Pereira, G. M. (2005). O Vinho do Porto: entre o artesanato e a agroindústria *. *Revista Da Faculdade de Letras*, 6, 185–191.
- Revista Vitude. (2014). A região vinícola da Bairrada. Obtido de Vitude Clube dos Vinhos: <https://www.clubedosvinhos.com.br/regiao-vinicola-da-bairrada/>
- Rodríguez-Rey Martín, C. (2009). Viticultura de precisión y teledetección: relación entre índices de reflectancia espectral y parámetros de vigor en parcelas de viñedo de la variedad, 60.
- Santesteban, L. G., Guillaume, S., Royo, J. B., & Tisseyre, B. (2013). Are precision agriculture tools and methods relevant at the whole-vineyard scale? *Precision Agriculture*, 14(1), 2–17. <https://doi.org/10.1007/s11119-012-9268-3>
- Simões, O. (2003). A regulação do mercado do vinho em Portugal: uma análise de longo prazo. V Colóquio Hispano-Português de Estudos Rurais, 1–21.
- Sereno, P. (2009). Viticultura De Precisão: Utilização Da Detecção Remota No Estudo Da Variabilidade Espacial Do Vigor, Produção E Qualidade, Castas “Syrah” E “Touriga Franca.”
- Tatiana, P., José, B.-C., & Raul, M. (2015). Tecnologias da eletrónica e da computação na recolha e integração de dados em agricultura de precisão. *Revista de Ciências Agrárias*, 38(3), 291–304. Retrieved from http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2015000300003&lang=pt

Teixeira, C. (1981). *Geologia de Portugal - Vol II*. Lisboa: Fund: Calouste Gulbenkian.

Zhang, X., Seelan, S., & Seielstad, G. (2010). Digital Northern Great Plains: A web-based system delivering near real time remote sensing data for precision agriculture. *Remote Sensing*, 2(3), 861–873. <https://doi.org/10.3390/rs2030861>