

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Inês Lourenço Cabral

Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

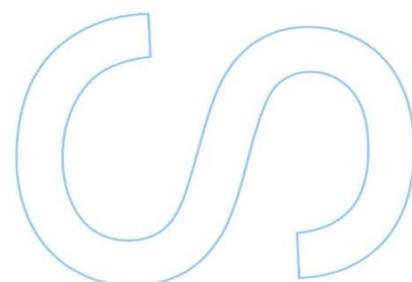
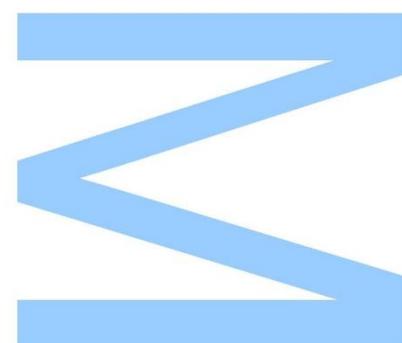
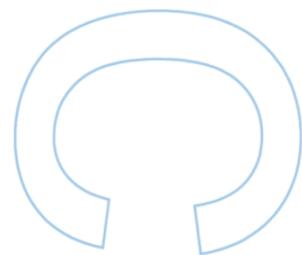
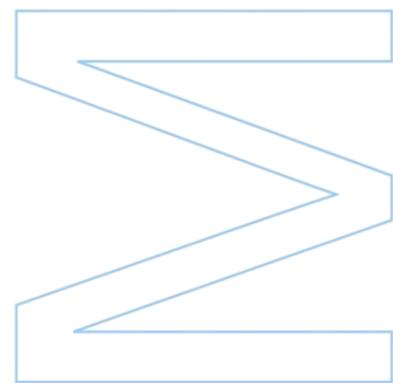
2017

Orientador

Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz, Professor Auxiliar, FCUP

Coorientador

Tiago Nogueira, Engenheiro Agrónomo, Quinta do Crasto, S.A.

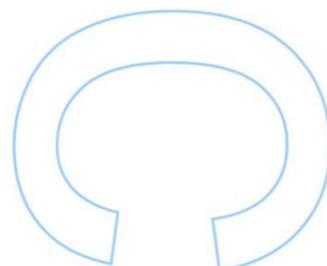
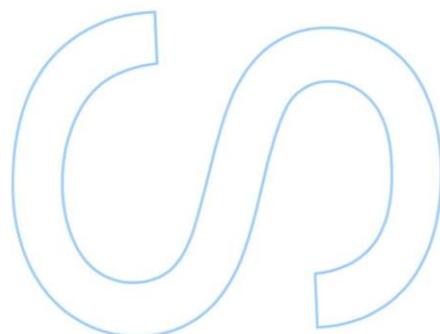
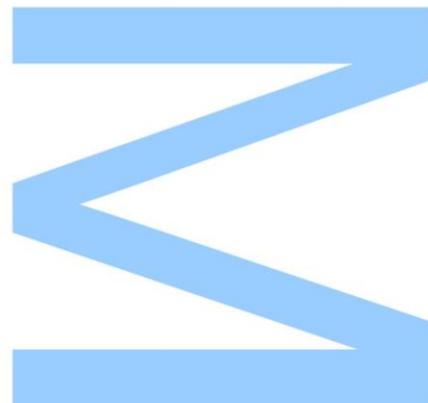


Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Ao longo de todo o meu ano dedicado à tese foram várias as pessoas que passaram pela minha vida e que tiveram um contributo essencial para que esta fosse realizada com sucesso.

Gostaria de expressar o meu profundo agradecimento ao meu orientador, Professor Jorge Queiroz, pelos ensinamentos transmitidos ao longo destes dois anos de Mestrado, assim como pelo apoio, e pela total disponibilidade, palavras de incentivo e opiniões durante a realização da minha tese. Estou imensamente grata porque foi o professor que me fez adorar e querer trabalhar nesta área.

Agradeço à Quinta do Crasto S.A, por me ter permitido realizar não só a minha tese nas suas instalações mas também o estágio de vindima, assegurando sempre todas as condições para que o trabalho fosse realizado com sucesso. Gratifico as oportunidades que a empresa me criou ao longo deste ano e que o tornou memorável.

Ao Engenheiro Tiago Nogueira, o meu sincero agradecimento pela simpatia e sempre disponibilidade para nos receber e ajudar, assim como pelas sugestões dadas ao longo de todo o trabalho prático.

Ao Engenheiro Manuel Lobo pelo apoio incondicional e conhecimento que me transmitiu ao longo do estágio de vindima e que me acompanhará, espero, ao longo de todo o meu percurso profissional.

À Engenheira Cátia Barbeta pelo apoio mas também amizade durante o meu estágio e que penso que me irá acompanhar ao longo de vários anos.

À Engenheira Rosário pela ajuda indispensável facultada e pelo apoio que me forneceu durante as minhas análises, mesmo quando estava assoberbada com o seu trabalho. Obrigada também pela simpatia transmitida e pelos ensinamentos durante a minha fase na Quinta do Crasto.

Ao Professor Luís Cunha pela ajuda fornecida no tratamento dos dados estatísticos da minha tese.

À ADVID pela cedência dos instrumentos que permitiram que esta tese fosse realizada, e em particular ao Engenheiro Igor pela disponibilidade sempre em nos receber.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Aos funcionários da Quinta da Cabreira e em especial ao Senhor António, ao Eduardo e ao Luís pela ajuda indispensável que nos prestaram ao longo do ensaio.

Ao Pedro Rangel pela ajuda de campo prestada e ao Ricardo Bravo pelo fornecimento dos seus dados que contribuíram para o enriquecimento e a complementação dos dados da minha tese.

À Sofia Sousa que conheci durante o ano de desenvolvimento da minha tese, agradeço não só a ajuda prática na Quinta da Cabreira mas também o companheirismo e amizade durante as longas horas passadas na biblioteca. Os nossos desvarios e pausas contribuíram largamente para o sucesso desta tese.

À minha querida amiga Mafalda Pereira, conheci no mestrado mas será uma amizade para a vida. Obrigada pelas longas conversas, cafés e desabafos, e não menos importante a ajuda que me deste em tudo o que precisava.

À Joana Valente pela amizade durante todos os meus anos na faculdade, mas também pela ajuda durante este mestrado e em particular ao longo deste ano, foi fundamental para o enriquecimento da minha tese.

À Joana Veiga pelos longos anos de amizade e ajuda para que a minha tese tivesse mais qualidade. Obrigada pelas longas tardes despendidas comigo!

Aos meus amigos que vêm do tempo de Biologia e que sei que poderei sempre contar com eles: Sofia, Helena, Elsa, Mariana, Teresa, Pinto e Rafael.

Ao tio Victor por me ter “aturado” imenso durante este ano e pelo apoio e preocupação durante toda a minha vida, para mim és e serás mais do que um tio. A ele dedico este trabalho, porque não teria sido realizado com sucesso se não fosse o seu apoio!

Por último, e não menos especial, aos meus queridos pais e à minha irmã que me incentivaram sempre a que eu seguisse os meus sonhos e ao apoio incondicional, sem eles nada disto teria sido possível. Tudo o que sou e o que fiz devo a vocês, que nunca me deixaram desistir! Obrigada pelos incentivos, amizade, paciência e ajuda para que superasse todos os obstáculos que foram surgindo ao longo desta caminhada!

Resumo

A Região Demarcada do Douro caracteriza-se por um clima tipicamente mediterrâneo, com temperaturas elevadas e precipitação irregular ao longo do ano. Desta forma, e apesar de a vinha ser uma planta resistente a grandes períodos de seca, a escassez de água no solo pode afetar a produção e qualidade dos vinhos produzidos nesta região. Surge desta forma a necessidade de implementar sistemas de rega, com a particularidade de esta sendo uma região com carência de água, ser essencial a otimização destes sistemas de forma a evitar gastos excessivos.

O ensaio experimental descrito neste trabalho ocorreu na Quinta da Cabreira, propriedade da Quinta do Crasto, S.A., localizada na sub-região do Douro Superior. Esta sub-região possui condições climáticas muito características, com verões extremamente quentes e precipitação muito irregular. Assim, surge a necessidade ainda mais premente de rega na Quinta, que apesar de estar já instalada há vários anos em toda a sua extensão, é ainda necessário o conhecimento das dotações ótimas a aplicar para a produção de vinhos de excelente qualidade que caracterizam a Quinta do Crasto.

Surge então a possibilidade do estudo dos efeitos da rega, com o objetivo de verificar qual a melhor estratégia, conciliando não só aumentos da produtividade, mas que não coloquem em causa a sua qualidade. Estabeleceram-se, portanto, quatro modalidades de rega com base na percentagem de Evapotranspiração cultural (ET_c) na casta Touriga Franca, que incluíram: (1) R_0 , que consiste na modalidade testemunha, não regada; (2) R_{25} com 25% de ET_c ; (3) R_{50} com 50% de ET_c e (4) R_{75} consistindo na modalidade com 75% de ET_c . Estas modalidades foram instaladas em 3 blocos, cada bloco num patamare, incluindo cada bloco o bardo interior e bardo exterior.

Em termos de resultados, registaram-se maiores evidências em termos quantitativos do que em relação aos parâmetros qualitativos. No que diz respeito ao número de cachos por videira, assim como no Índice de Fertilidade Potencial, os resultados foram superiores na modalidade R_{75} , havendo diferenças significativas entre esta e a modalidade não regada. Por outro lado, a rega também se repercutiu na Área Foliar, verificando-se diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e a modalidade com maior dotação de rega. Em termos de Área Foliar Principal e de Netas e na Área Foliar Total verificaram-se diferenças entre a modalidade R_0 e a modalidade sujeita a 75%. O Número de Camadas de Folhas foi também

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

estatisticamente discrepante entre a modalidade R_0 e R_{75} e na percentagem de buracos, em que houve diferenças entre a modalidade R_{25} e as modalidades R_{50} e R_{75} .

O Potencial Hídrico de Base e o Potencial Hídrico Foliar Diário obteve também diferenças estatisticamente significativas entre algumas modalidades, em particular entre R_0 e os dois tratamentos com maiores dotações de rega no caso do Ψ_0 e em geral diferenças estatisticamente significativas no Potencial Foliar Diário entre R_0 e R_{25} em comparação com as restantes modalidades.

Em relação aos componentes de rendimento, observaram-se diferenças entre o número de cachos, obtendo-se um maior número na modalidade R_{75} e uma menor quantidade na modalidade não regada, sendo que o peso dos cachos foi também afetado pela quantidade de água aplicada, obtendo-se diferenças estatisticamente significativas entre R_0 e as modalidades R_{50} e R_{75} . Apesar destas diferenças em particular no peso dos cachos, não se verificaram diferenças na concentração dos diversos componentes de qualidade testados quer durante a maturação, quer na vindima.

Foram, portanto, demonstrados efeitos positivos em termos de rendimento nas modalidades com maiores dotações de rega, em particular nas modalidades R_{50} e R_{75} .

Palavras-chave: Douro Superior; Touriga Franca; Rega Deficitária; Evapotranspiração; Potencial Hídrico; *Stress* Hídrico; Produção; Rendimento; Qualidade.

Abstract

The Douro Region is characterized by a typically mediterranean climate, with high temperatures and irregular precipitation throughout the year. In this way, and although the vineyard is resistant to great periods of drought, the scarcity of water in the soil can affect the production and quality of the wines produced in this region. Thus, it is important to implement irrigation systems, with the particularity of being a region with water insufficiency, there is a need to optimize these systems in order to avoid excessive spending.

The experimental trial described in this work was carried out at Quinta da Cabreira, property of Quinta do Crasto, S.A., located in the Douro Superior sub-region. This sub region has a very characteristic climatic conditions, with extremely hot summers and very irregular precipitation. Thus, there is an even more pressing need for irrigation at Quinta, which, despite being already installed for several years in all its extension, it is still necessary to know the optimal quantities to be applied for the production of excellent quality wines that characterize Quinta do Crasto.

The possibility of studying the effects of irrigation appears to verify the best strategy, conciliating not only productivity increases, but also the qualitative parameters. Four irrigation modalities were established, based on the percentage of Cultural Evapotranspiration (ET_c) in cv. Touriga Franca, which included: (1) R_0 , the control, which consists of the non-irrigated modality; (2) R_{25} with 25% ET_c ; (3) R_{50} with 50% evapotranspiration and (4) R_{75} consisting of 75% evapotranspiration mode. These modalities were installed in 3 different blocks, each block in a terrace, with inner and outer row of vines.

In terms of results, there was more evidence in quantitative than in qualitative parameters. Regarding the number of bunches per vine, as well as in the Potential Fertility Index, the results were higher in the R_{75} modality, with significant differences between this and the non-irrigated modality. On the other hand, irrigation also had repercussions in the Foliar Area, with statistically significant differences between the non-irrigated modality and the modality with the highest irrigation allocation in terms of the Main and Lateral Leaf Area and in the Total Leaf Area. There were differences between modality R_0 and modality subject to 50% evapotranspiration and modality R_0 and R_{75} . The number of leaf layers was also statistically different between R_0 and R_{75} .

and in the percentage of holes, where there were differences between R₂₅ and R₅₀ and R₇₅.

The Pre-dawn Water Potential and Daily Leaf Water Potential also obtained statistically significant differences between some modalities, in particular between R₀ and both treatments R₅₀ and R₇₅ in Ψ_0 and also R₀ and in Daily Leaf Water Potential there were statistical significant differences between R₀ and R₂₅ in comparison with the other modalities.

In accordance with the yield components, it was observed differences between the number of clusters, obtaining a larger number in the R₇₅ modality and a smaller amount in the non-irrigated modality, and the berry weight was also affected by the amount of water applied, obtaining a statistically significant difference between R₀ and R₅₀ and R₇₅. In spite of the different results in berry weight, there was no difference in concentration of the various quality components tested either during maturation or harvesting.

Positive income effects were shown in the modalities with higher irrigation allocations, particularly in R₅₀ and R₇₅.

Keywords: Douro Superior; Touriga Franca; Water Deficit; Evapotranspiration; Water potential; Water stress; Production; Yield; Quality.

Índice

1. Introdução.....	21
2. Revisão Bibliográfica.....	23
2.1 Sistemática e breve História da Viticultura.....	23
2.2 Viticultura em Portugal.....	25
2.3 Região Demarcada do Douro.....	26
2.3.1 Clima.....	29
2.3.2 Solo.....	31
2.4 Necessidades Hídricas e Efeitos do Stress Hídrico na Videira.....	32
2.5 Cálculo da evapotranspiração.....	36
2.6 Indicadores do estado hídrico.....	38
2.6.1 Potencial Hídrico Foliar.....	39
2.6.2 Monitorização das Trocas Gasosas.....	42
2.7 Modelos de rega deficitária.....	44
2.7.1 Rega Deficitária Controlada (Regulated Deficit Irrigation - RDI).....	45
2.7.2 Rega Radicular Alternada (Partial Root Drying - PRD).....	46
2.8 Material Vegetativo.....	47
2.8.1 Casta - Touriga Franca.....	47
2.8.2 Porta-enxertos – 110 Richter (110 R).....	49
2.8.3 Sistema de Condução e Operações Culturais.....	50
3. Material e Métodos.....	52
3.1 Caracterização do ensaio.....	52
3.1.1 Localização da parcela.....	52
3.1.2 Delineamento Experimental.....	53
3.1.3 Características Edafoclimáticas.....	56
3.1.4 Rega gota-a-gota.....	58
3.2 Metodologia.....	59
3.2.1 Carga deixada à poda.....	59
3.2.2 Registo dos Estados fenológicos.....	59
3.2.3 Determinações realizadas.....	60
3.2.3.1 Índices de Fertilidade.....	60
3.2.3.2 Estimativa da Área Foliar.....	61
3.2.3.3 Densidade do Coberto Vegetal.....	64

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

3.2.3.4	Superfície Foliar Exposta	65
3.2.4	Cálculo da evapotranspiração e das necessidades de rega na vinha	66
3.2.5	Medições da atividade fisiológica	68
3.2.5.1	Potencial Hídrico Foliar.....	68
3.2.5.2	Trocas gasosas ao nível dos estomas.....	71
3.2.6	Evolução da maturação e qualidade da vindima.....	72
3.3	Análise estatística dos resultados.....	74
4.	Resultados e Discussão.....	76
4.1	Caraterização climática da região.....	76
4.2	Evolução fenológica	80
4.3	Componentes de fertilidade	81
4.3.1	Carga deixada à poda, Número de pâmpanos e N ^o de cachos.....	81
4.3.2	Taxa de Abrolhamento (TA).....	85
4.3.3	Índice de Fertilidade Potencial (IFP)	86
4.4	Caraterização do Coberto Vegetal	87
4.4.1	Área Foliar	87
4.5	Densidade do Coberto Vegetal	91
4.5.1	Point Quadrat	91
4.5.2	Superfície Foliar Exposta	99
4.6	Evapotranspiração e Cálculo de rega	100
4.7	Medições Ecofisiológicas	102
4.7.1	Potencial Hídrico Foliar de Base (Ψ_b)	102
4.7.2	Potencial Hídrico Foliar Diário	106
4.7.3	Trocas gasosas ao nível dos estomas.....	108
4.8	Evolução da maturação, qualidade da vindima e componentes de rendimento 114	
4.8.1	Composição dos mostos	115
4.8.2	Rendimento à vindima	124
5.	Conclusões.....	131
6.	Referências	135

Índice de Figuras

Figura 1: Regiões vitivinícolas em Portugal e respetivas Indicações Geográficas Protegidas e Denominações de Origem Protegida (IVV, 2016).....	26
Figura 2: Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004).	27
Figura 3: Precipitação anual na Região Demarcada do Douro entre 1950 e 2000 (Jones, 2013).	29
Figura 4: Temperaturas médias anuais na Região Demarcada do Douro entre os anos de 1950 e 2000 (Jones, 2013).	30
Figura 5: Representação esquemática de parte da câmara de pressão e do seu modo de funcionamento (Prichard, <i>et al.</i> , 2004).	40
Figura 6: Distribuição nacional da casta Touriga Franca (Bohm, 2010) e aspeto da folha e do cacho (fotos tiradas na Quinta da Cabreira, 2017).	48
Figura 7: Aspeto das videiras e do seu modo de condução da casta Touriga Franca na Quinta da Cabreira.	51
Figura 8: Vista aérea da Quinta da Cabreira, localizada no concelho de Vila Nova de Foz Côa e localização da parcela da casta Touriga Franca utilizada no ensaio (coordenadas: 41°03'29"N 7°04'02"W). Fonte: Google Earth®.	52
Figura 9: Esquema do ensaio localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R_0 , sendo estas não regadas; R_{25} com 25% de evapotranspiração; R_{50} com 50% de evapotranspiração e R_{75} correspondente a videiras com 75% de evapotranspiração.	54
Figura 10: Sonda EnviroSCAN® 150, que monitoriza a humidade do solo a diferentes profundidades e unidade de comunicação que trata e envia os dados recolhidos pela sonda.....	55
Figura 11: Esquema do ensaio de cada modalidade, em que são monitorizadas 10 videiras flanqueadas por 5 videiras tampão (de guarda).	56
Figura 12: Ciclo anual da videira (Magalhães, 2008).	59
Figura 13: Aspeto de videira marcada para medição da área foliar.....	62
Figura 14: Bago de chumbo aquando da primeira medição da área foliar.....	62
Figura 15: Ilustração da medição da área foliar no campo, nas folhas principais e nas netas.....	63
Figura 16: Aspeto da câmara de Scholander com botija de gás acoplada e colocação do pecíolo na válvula da câmara de Scholander.	68

Figura 17: Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela de Touriga Franca em estudo, onde se verificam valores baixos de humidade (Soil Water Content) a partir do dia 15 de Maio e no dia 23 de Maio, já no limite de stress hídrico (Onset of Stress).	69
Figura 18: Conteúdo de água no solo e os dois picos de rega, correspondentes à primeira rega realizada na Quinta da Cabreira, ou seja, de dia 6 para 7 de julho. Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela.	70
Figura 19: Aspeto da unidade de tratamento dos dados e da câmara de Parkinson que constituem o dispositivo IRGA.	71
Figura 20: Aspeto das caixas de recolha dos bagos de cada modalidade realizada no dia 17 de agosto.	73
Figura 21: Aspeto dos dispositivos Miura One® na imagem à esquerda e Crison® à direita, para se proceder à análise dos diferentes parâmetros qualitativos.	74
Figura 22: Temperaturas mínima, máxima e média em °C registadas nos meses de outubro de 2016 a outubro de 2017 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.....	76
Figura 23: Temperatura média (°C), Precipitação (mm) e Evapotranspiração da cultura de referência (mm) registadas nos meses de outubro de 2016 a outubro de 2017 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.	77
Figura 24: Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registadas na estação meteorológica da Quinta da Cabreira ao longo de 3 anos, de outubro de 2014 a outubro de 2017. ..	78
Figura 25: Temperaturas médias (°C) e Precipitação (mm) referentes à Normal Climatológica de Novembro de 1931 a 1960 em comparação com a Temperatura média (°C) e Precipitação (mm) de novembro de 2016 a Outubro de 2017.	79
Figura 26: Número médio de olhos deixados à poda por modalidade e nos três blocos. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	82
Figura 27: Número médio de pâmpanos por videira por bloco, por modalidade. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).	83
Figura 28: Número médio de inflorescências por videira por bloco, por modalidade. Registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre algumas modalidades ($p < 0,05$).	84
Figura 29: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco. As diferenças entre cada modalidade não foram estatisticamente significativas.	85
Figura 30: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades. Registaram-se diferenças significativas entre modalidades ($p < 0,05$), nomeadamente entre R_0 e R_{25} e R_0 e R_{75}	86

Figura 31: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017.....	92
Figura 32: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.....	93
Figura 33: Percentagem de Folhas Interiores (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017.....	95
Figura 34: Percentagem de Folhas Interiores (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.....	96
Figura 35: Percentagem de Buracos (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017. ...	98
Figura 36: Percentagem de Buracos (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.	99
Figura 37: Variação da evapotranspiração recolhida pela estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira, ao longo dos meses em que se procedeu à rega. .	101
Figura 38: Valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição.	103
Figura 39: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado no dia 18 e 19 de agosto.	106
Figura 40: Temperatura média do ar e da folha (°C) a diferentes horas do dia e em três datas diferentes de medição.	108
Figura 41: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.	115
Figura 42: Evolução do pH entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.	117
Figura 43: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.	118
Figura 44: Evolução da Ácido Málico (g/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.	120
Figura 45: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados não analisados estatisticamente.	121

Figura 46: Evolução de Antocianas (mg/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.	122
Figura 47: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. A modalidade R ₇₅ apenas foi testada a 16 de agosto e 9 de setembro. Dados não significativos estatisticamente.	123
Figura 48: Aspeto das videiras da modalidade R ₀ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.	148
Figura 49: Aspeto das videiras da modalidade R ₀ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.	149
Figura 50: Aspeto das videiras da modalidade R ₂₅ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.	149
Figura 51: Aspeto das videiras da modalidade R ₂₅ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.....	149
Figura 52: Aspeto das videiras da modalidade R ₅₀ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.	150
Figura 53: Aspeto das videiras da modalidade R ₅₀ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.....	150
Figura 54: Aspeto das videiras da modalidade R ₇₅ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.	150
Figura 55: Aspeto das videiras da modalidade R ₇₅ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.....	151
Figura 56: Aspeto da Quinta do Retiro Novo (esquerda) e Vinha Maria Teresa localizada junto à Quinta do Crasto (direita).	183
Figura 57: Amostras de mostos para análise (esquerda) e leitura da densidade em mosto (direita).....	184
Figura 58: Aspeto de um dos densímetros utilizados na análise dos mostos e potenciómetro para análise do pH da marca Crison®.....	184
Figura 59: Receção da matéria-prima, com tegão doseador onde são depositadas as uvas e mesa de escolha ao centro.....	185
Figura 60: Aspeto dos lagares (esquerda) e das cubas ou ânforas (direita existentes na adega de fermentação na Quinta do Retiro Novo.	186
Figura 61: Robot utilizado para remontagens nos lagares (esquerda) e bomba peristáltica utilizada quer em remontagens de cubas como de lagares nas remontagens manuais (direita).	186
Figura 62: Aspeto de um dos tipos de leveduras secas utilizadas e o seu modo de emprego.	186

Figura 63: Inoculação de um lagar contendo mosto biológico em balsão, numa primeira fase (esquerda) e antes de ser adicionado ao restante mosto (direita).	187
Figura 64: Aspeto da prensa utilizada não só na prensagem de mostos tintos mas também na prensagem inicial das uvas brancas.....	187
Figura 65: Carga média deixada à poda em 2016 entre blocos e entre modalidades.	188
Figura 66: Número médio de pâmpanos registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	189
Figura 67: Número médio de inflorescências registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	190
Figura 68: Taxa de Abrolhamento (%) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	191
Figura 69: Índice de Fertilidade Potencial (%) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	192
Figura 70: Área Foliar Principal (m ²) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	193
Figura 71: Área Foliar das Netas (m ²) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.	194
Figura 72: Área Foliar Total (m ²) registada em 2016 entre blocos e entre modalidades.	195
Figura 73: Número de Camadas de Folhas registado em 2016 entre modalidades.	196
Figura 74: Percentagem de Folhas Interiores (%) registada em 2016 entre modalidades.	196
Figura 75: Percentagem de Cachos Interiores (%) registada em 2016 entre modalidades.	197
Figura 76: Percentagem de Buracos (%) registada em 2016 entre modalidades.	197
Figura 77: Evolução dos valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição em 2016.....	198
Figura 78: Evolução dos valores médios de Potencial Hídrico Diário (MPa) de cada modalidade nas diferentes horas de medição em 2016.	201

Índice de Tabelas

Tabela 1: Diferenças morfológicas e fisiológicas entre <i>V. vinifera silvestris</i> e <i>V. vinifera sativa</i> (Magalhães, 2008, citando Fregoni, 1999).....	23
Tabela 2: Caracterização das sub-regiões da Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004a).	28
Tabela 3: Níveis de défice hídrico em vinha, medidos pelo potencial hídrico do pecíolo a meio do dia; potencial hídrico da folha a meio do dia e potencial hídrico da folha antes de amanhecer em MPa (van Leeuwen, et al., 2009).....	42
Tabela 4: Data de rega e respetiva duração.....	59
Tabela 5: Estados fenológicos com respetivas escalas de Baggiolini (1952) e de Eichhorn & Lorenz (1977) (EPPO/OEPP, 1984).	60
Tabela 6: Datas de medição da área foliar e respetivo estado fenológico em que se encontravam as videiras e escala de Baggiolini correspondente.	63
Tabela 7: Datas de recolha de medições para cálculo do Point Quadrat e SFE, estado fenológico em que se encontravam as videiras e escala de Baggiolini.	66
Tabela 8: Tabela FAO por K_c para vinha (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela. ...	67
Tabela 9: Tabela de K_c segundo Terry Prichard e Paul Verdegal para a Califórnia (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela.....	67
Tabela 10: Datas e horas de medição do Potencial Hídrico Foliar Diário.	71
Tabela 11: Total de precipitação (mm) e média de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) de 1931 a 1960, em comparação com os meses de novembro de 2016 a outubro de 2017.....	79
Tabela 12: Estados fenológicos registados ao longo do ensaio.	80
Tabela 13: Número de Inflorescências média nas quatro modalidades.	84
Tabela 14: Índice de Fertilidade Potencial médio para as diferentes modalidades de rega.	87
Tabela 15: Valores registados entre blocos em relação à Área Folia Principal (m^2) nos dias 7 de junho e 9 de setembro.	88
Tabela 16: Área Foliar Principal média (m^2) e Área Foliar das Netas média (m^2) nas quatro modalidades nas diferentes datas de medição.	89
Tabela 17: Área Foliar Total média (m^2) e nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.	90
Tabela 18: Número de Camadas de Folhas médio nas quatro modalidades nas diferentes datas de medição.	91

Tabela 19: Percentagem de Folhas Interiores média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.	94
Tabela 20: Percentagem de Cachos Exteriores média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.	97
Tabela 21: Percentagem de Buracos média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.	97
Tabela 22: Superfície Foliar Exposta (m ²) média nas diferentes modalidades de rega durante a fase de pintor/maturação e à vindima e níveis de significância.	100
Tabela 23: Registo de dados para cálculo de tempo de rega e respetivas datas. Dados de precipitação em milímetros (mm) e de cada modalidade em litros (L).	102
Tabela 24: Dias em que ocorreu a medição do Potencial Hídrico de Base e média total para cada dia (MPa).	103
Tabela 25: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, correspondentes ao dia anterior à rega.	104
Tabela 26: Valores médios do Potencial Hídrico de Base (MPa) registados no dia 20 de julho.	105
Tabela 27: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado a diferentes datas e em diferentes horas nas diferentes modalidades.	107
Tabela 28: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em duas datas distintas.	107
Tabela 29: Fotossíntese Líquida (μmol.m ⁻² .s ⁻¹) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.	109
Tabela 30: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos registadas a 7 de julho às 10h.	110
Tabela 31: Condutância Estomática (mmol.m ⁻² .s ⁻¹) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.	111
Tabela 32: Taxa de Transpiração (mmol.m ⁻² .s ⁻¹) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.	112
Tabela 33: Diferenças estatisticamente significativas na Taxa de Transpiração (mmol.m ⁻² .s ⁻¹) nos blocos nos dias 21 de julho e 18 de agosto.	113
Tabela 34: Eficiência do Uso de Água (μmol.mmol ⁻¹) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto. Dados não tratados estatisticamente.	113
Tabela 35: Diferenças na percentagem de Álcool Provável entre blocos, no dia 9 de setembro.	116

Tabela 36: Diferenças no teor em Polifenóis (mg/L) nos diferentes blocos na medição de 9 de setembro.....	124
Tabela 37: Número de cachos por videira, registados à vindima.....	125
Tabela 38: Peso dos cachos (g) médio registado à vindima em cada modalidade. ...	126
Tabela 39: Peso dos cachos (g) médio registado à vindima em cada bloco.....	126
Tabela 40: Peso médio dos bagos (g) registado à vindima.	127
Tabela 41: Volume médio do bago (mL) registado à vindima.	128
Tabela 42: Média de rendimento por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima.	129
Tabela 43: Média de produção de cachos por videira (Kg) entre blocos registadas à vindima.	129
Tabela 44: ANOVA referente à Carga à Poda obtida a partir do programa SPSS 23.0.	152
Tabela 45: ANOVA referente ao Número de Pâmpanos obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	152
Tabela 46: ANOVA referente ao Número de Inflorescências obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância verificada entre modalidades.	152
Tabela 47: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento obtida a partir do programa SPSS 23.0.	153
Tabela 48: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância verificada entre modalidades.....	153
Tabela 49: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 23.0.	153
Tabela 50: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância obtida entre blocos.	154
Tabela 51: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	154
Tabela 52: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância obtida entre blocos e entre modalidades.....	154
Tabela 53: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 24.0.	155
Tabela 54: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	155
Tabela 55: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	155

Tabela 56: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	156
Tabela 57: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 24.0.	156
Tabela 58: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	156
Tabela 59: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	157
Tabela 60: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	157
Tabela 61: ANOVA referente ao Número de Camadas de Folhas no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	157
Tabela 62: ANOVA referente ao Número de Camadas de Folhas no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	158
Tabela 63: ANOVA referente à Percentagem de Folhas Interiores no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	158
Tabela 64: ANOVA referente à Percentagem de Folhas Interiores no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.	158
Tabela 65: ANOVA referente à Percentagem de Cachos Exteriores no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	159
Tabela 66: ANOVA referente à Percentagem de Cachos Exteriores no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.	159
Tabela 67: ANOVA referente à Percentagem de Buracos no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	159
Tabela 68: ANOVA referente à Percentagem de Buracos no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	160
Tabela 69: ANOVA referente à Superfície Foliar Exposta no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	160
Tabela 70: ANOVA referente à Superfície Foliar Exposta no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.	160
Tabela 71: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 25 de maio obtida a partir do programa SPSS 23.0.	161
Tabela 72: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	161
Tabela 73: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 22 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	161

Tabela 74: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.	162
Tabela 75: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.....	162
Tabela 76: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 8 de agosto obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	162
Tabela 77: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 17 de agosto obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	163
Tabela 78: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 7 de julho às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	163
Tabela 79: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	163
Tabela 80: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	164
Tabela 81: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	164
Tabela 82: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 24.0. Significância entre modalidades e entre blocos.	164
Tabela 83: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	165
Tabela 84: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	165
Tabela 85: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	165
Tabela 86: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	166
Tabela 87: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 5 de agosto às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.....	166
Tabela 88: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.	166
Tabela 89: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	167

Tabela 90: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.	167
Tabela 91: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 19 de agosto às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	167
Tabela 92: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	168
Tabela 93: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	168
Tabela 94: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	168
Tabela 95: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	169
Tabela 96: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	169
Tabela 97: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	169
Tabela 98: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	170
Tabela 99: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	170
Tabela 100: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	170
Tabela 101: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	171
Tabela 102: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	171
Tabela 103: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	171
Tabela 104: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	172
Tabela 105: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	172
Tabela 106: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.	172

Tabela 107: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	173
Tabela 108: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	173
Tabela 109: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	173
Tabela 110: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	174
Tabela 111: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 18 de agosto às 17h obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	174
Tabela 112: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.	174
Tabela 113: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades. ...	175
Tabela 114: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	175
Tabela 115: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	175
Tabela 116: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades. ...	176
Tabela 117: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	176
Tabela 118: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	176
Tabela 119: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	177
Tabela 120: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	177
Tabela 121: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	177
Tabela 122: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.	178
Tabela 123: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	178
Tabela 124: ANOVA referente ao Álcool Provável (%) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.	178

Tabela 125: ANOVA referente ao pH no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	179
Tabela 126: ANOVA referente à Acidez Total (g/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	179
Tabela 127: ANOVA referente ao Ácido Málico (g/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	179
Tabela 128: ANOVA referente a Antocianinas (mg/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	180
Tabela 129: ANOVA referente a Polifenóis (mg/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	180
Tabela 130: ANOVA referente ao Número de Cachos no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.	180
Tabela 131: ANOVA referente ao Peso dos Cachos (g) médio no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades.	181
Tabela 132: ANOVA referente ao Peso dos bagos (g) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	181
Tabela 133: ANOVA referente ao Peso médio dos bagos (g) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	181
Tabela 134: ANOVA referente ao Peso dos cachos por videira (kg) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	182
Tabela 135: ANOVA referente ao Volume dos bagos (mL) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.....	182
Tabela 136: ANOVA referente à carga média deixada à poda em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	188
Tabela 137: ANOVA referente ao número médio de pâmpanos em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	189
Tabela 138: ANOVA referente ao número médio de inflorescências em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	190
Tabela 139: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento registada em 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).	191
Tabela 140: ANOVA referente ao Índice de Fertilidade Potencial registada em 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).....	192
Tabela 141: ANOVA referente à Área Foliar Principal (m ²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	193

Tabela 142: ANOVA referente à Área Foliar das Netas (m ²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	194
Tabela 143: ANOVA referente à Área Foliar Total (m ²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	195
Tabela 144: Potencial Hídrico Foliar de Base (MPa) para cada modalidade nas diferentes datas em 2016, correspondentes ao dia anterior à rega.....	198
Tabela 145: Potencial Hídrico Foliar de Base (MPa) para cada bloco nas diferentes datas em 2016, correspondentes ao dia anterior à rega.	198
Tabela 146: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 15 de julho de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).....	199
Tabela 147: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.....	199
Tabela 148: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.....	199
Tabela 149: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.....	200
Tabela 150: Potencial Hídrico Foliar Diário (MPa) para cada modalidade.....	200
Tabela 151: Potencial Hídrico Foliar Diário (MPa) para cada bloco.....	200
Tabela 152: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Diário no dia 6 de agosto de 2016 às 4h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	201
Tabela 153: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Diário no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades.	202
Tabela 154: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 5 de agosto de 2016 às 14h.....	202
Tabela 155: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 5 de agosto de 2016 às 17h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	202
Tabela 156: Fotossíntese Líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) para cada modalidade.....	203
Tabela 157: Fotossíntese Líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) para cada bloco.	203
Tabela 158: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	203
Tabela 159: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	204
Tabela 160: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 17h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	204
Tabela 161: Condutância Estomática ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) para cada modalidade.	205

Tabela 162: Condutância Estomática (mmol.m-2.s-1) para cada bloco.....	205
Tabela 163: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	205
Tabela 164: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	206
Tabela 165: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	206
Tabela 166: Taxa de Transpiração (mmol.m-2.s-1) para cada modalidade.....	206
Tabela 167: Taxa de Transpiração (mmol.m-2.s-1) para cada bloco.....	207
Tabela 168: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades e entre blocos. ...	207
Tabela 169: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos.....	207
Tabela 170: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.....	208
Tabela 171: Composição dos mostos analisados em 2016 para cada modalidade. .	208
Tabela 172: Composição dos mostos analisados em 2016 para cada bloco.....	209
Tabela 173: ANOVA referente ao Álcool Provável no dia 23 de setembro de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.....	209
Tabela 174: ANOVA referente ao pH no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	209
Tabela 175: ANOVA referente à Acidez Total no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.....	210
Tabela 176: ANOVA referente ao Ácido Málico no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	210
Tabela 177: ANOVA referente ao Teor de Antocianas no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	210
Tabela 178: ANOVA referente ao Teor de Polifenóis no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	211
Tabela 179: Rendimento à vindima em 2016 para cada modalidade.....	211
Tabela 180: Rendimento à vindima em 2016 para cada bloco.....	211
Tabela 181: ANOVA referente ao Número de Cachos no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.....	212
Tabela 182: ANOVA referente ao Peso médio dos cachos no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades. .	212

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 183: ANOVA referente ao Peso dos bagos recolhida no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.	212
Tabela 184: ANOVA referente ao Volume dos bagos recolhida no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas entre modalidades e entre blocos.	213
Tabela 185: ANOVA referente à Produção por videira no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades.	213

Lista de Abreviaturas

A – Fotossíntese Líquida

ABA – Ácido Abscísico

ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense

DOC – Denominação de Origem Controlada

DOP – Denominação de Origem Protegida

E – Taxa de Transpiração

ET₀ – Evapotranspiração Potencial ou de Referência

ET_c – Evapotranspiração da Cultura

g_s – Condutância Estomática

H_s – Altura do solo à vegetação

H_t – Altura total da sebe

H_v – Altura da vegetação

IFP – Índice de Fertilidade Potencial

IGP – Indicação Geográfica Protegida

IRGA – Analisador de gases por infravermelhos (Infrared Gas Analyzer)

IVDP – Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto

K_c – Coeficiente de Cultura

K_s – Coeficiente de evapotranspiração

L_c – Largura da sebe ao nível dos cachos

L_s – Largura média da sebe

L_t – Largura no topo da vegetação

L2D – Nervura Lateral Direita da folha maior

L2d - Nervura Lateral Direita da folha maior

L2E – Nervura Lateral Esquerda da folha maior

L2e – Nervura Lateral Esquerda da folha menor

MPa – Mega Pascal

NCF – Número de Camadas de Folhas

NFN – Número de Folhas das Netas

NFP – Número de Folhas Principais

PB – Percentagem de Buracos

PCE – Percentagem de Cachos Exteriores

PFI – Percentagem de Folhas Interiores

PRD – Rega Radicular Alternada

P_{exp} – Perímetro exposto da sebe

RDD – Região Demarcada do Douro

TDI – Rega Deficitária Controlada

R₀ – Videiras não regadas

R₂₅ – Videiras regadas com 25% de evapotranspiração

R₅₀ – Videiras regadas com 50% de evapotranspiração

R₇₅ – Videiras regadas com 75% de evapotranspiração

SAU – Superfície Agrícola Utilizada

SFE – Superfície Foliar Exposta

TA – Taxa de Abrolhamento

T_{ch} – Temperatura do ar

T_{leaf} – Temperatura da folha

WUE – Eficiência do Uso da Água

Ψ_b – Potencial Hídrico de base

Ψ_l – Potencial Hídrico Foliar

Ψ_{pd} – Potencial Hídrico antes do amanhecer

Ψ_{min} – Potencial Hídrico ao meio dia

Ψ_{stem} – Potencial Hídrico do caule

110R – 110 Richter

1. Introdução

A vinha em Portugal ocupa um lugar de destaque não só em termos de área ocupada - é a terceira cultura com maior ocupação no país - como detém uma forte ligação tanto cultural como histórica, possuindo ainda a primeira região demarcada e regulamentada mundial e detendo ainda um importante papel em termos socioeconómicos.

Em concreto a Região Demarcada do Douro e em particular a sub-região do Douro Superior possui características muito próprias, quer em termos de solo, pedologia ou ainda em termos climáticos, estando sujeita em determinados meses do ano a défice hídrico, causados por baixos valores de precipitação e elevadas temperaturas (Almeida, 2006). Apesar disto, a vinha é uma planta com elevada resistência e altamente adaptada a este tipo de condições, adquirindo características quer anatómicas quer fisiológicas que lhe permitem a resistência a condições de *stress*, entre estas a possibilidade de aprofundamento radicular, a capacidade de retenção de reservas ou a regulação estomática. É apesar desta adaptabilidade, de notar que se verificam alterações quer qualitativas quer de rendimento em longos períodos de seca.

Esta problemática torna-se ainda mais importante na atualidade devido à elevada variabilidade inter-anual que se tem vindo a sentir ao nível do clima, sobretudo devido ao efeito das alterações climáticas (Jones, 2013), e que coloca novos desafios aos viticultores.

O estudo do efeito da rega na qualidade e rendimento da uva e do vinho é desta forma uma problemática importante, ainda que esta prática seja muitas vezes considerada como sendo um fator que tem influência negativa na qualidade dos vinhos (Carbonneau, *et al.*, 2007), persistindo a ideia de que o incremento de água reduz o teor alcoólico, aumenta a acidez e reduz a extração fenólica (Magalhães, 2008).

Em Portugal, até há pouco tempo, a rega não era praticada pelos viticultores por ser considerado precisamente, um fator depreciativo, possuindo ainda restrições legais para a sua prática (Magalhães, 2008; Simon, *et al.*, 1978). No entanto, e devido ao aumento da seca e do conseqüente incremento do *stress* hídrico, levou os produtores a apostarem cada vez mais neste procedimento de forma a potenciarem a produção, mas de maneira a não prejudicar a qualidade. O aumento da área com regadio em vinha tem vindo desta forma a aumentar, verificando-se e sendo corroborado pelos produtores que utilizando uma rega racional é possível potenciar a quantidade e ainda melhorar o potencial dos mostos.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

O aumento da área regada é, apesar de tudo, uma temática que exige o estudo caso a caso e que deverá ser ajustada, conforme a região, o local, a casta, o solo, o declive, ou os fatores climáticos registados no local a implantar. Um dos desafios é a determinação da quantidade e a altura em que deve ser aplicada, qual o efeito desta e quais serão os melhores parâmetros para a monitorização do abastecimento de água, relacionando com a resposta da planta à aplicação de água (Pilar, *et al.*, 2007).

Um dos métodos utilizados na rega da vinha e particularmente em gota-a-gota é o método de “Rega Deficitária Controlada” (Regulated Deficit Irrigation - DRI), em que se estabelece níveis diferentes de restrição hídrica ao longo das diversas fases do ciclo de desenvolvimento da videira, utilizando portanto como forma de metodologia, a evapotranspiração da planta.

O presente ensaio surge como forma de testar diferentes dotações de rega na empresa Quinta do Crasto, S.A., mais concretamente na Quinta da Cabreira, na sub-região do Douro Superior, concelho de Vila Nova de Foz Côa, com o objetivo de dar continuidade a estudos de anos anteriores e de forma a testar como é que estes diferentes tratamentos poderão afetar quer variados parâmetros de qualidade quer de rendimento numa das castas presentes nesta Quinta, e uma das mais utilizadas em Portugal, mais precisamente a casta Touriga Franca.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Sistemática e breve História da Viticultura

Do ponto de vista da sistemática, a videira pertence à ordem Ramnales, família das Vitáceas ou Ampelídeas (Magalhães, 2008). Esta família compreende 18 géneros, sendo, o de interesse para a viticultura, o género *Vitis* (Huglin & Schneider, 1998) e cerca de 700 espécies, representando a grande maioria espécies de climas tropicais ou subtropicais espontâneas na América, Ásia e África, não apresentando a maioria valor agronómico (Magalhães, 2008). As espécies dentro deste género caracterizam-se por serem lianas sempre lenhosas, cujos sarmentos são providos de gavinhas, em que as inflorescências tal como as gavinhas são opositifólias e apresentam flores geralmente pentâmeras, hermafroditas ou polígamas dioicas (Chauvet & Reynier, 1979).

O género *Vitis* é constituído por dois subgéneros: *Muscadinia* que possui $2n = 40$ cromossomas, compreendendo três espécies espontâneas na costa meridional dos Estados Unidos da América e do México, nomeadamente a *Vitis rotundifolia*, a *Vitis munssoniana* e a *Vitis popenoei* e o subgénero *Euvitis*, $2n = 38$ cromossomas (Badenes & Byrne, 2012). A quase totalidade das videiras cultivadas pertencem a este último subgénero, sendo possível a separação em quatro grupos: euro-asiático de climas temperados, asiático oriental, americano de zonas temperadas e americano de climas tropicais e equatoriais, em função da sua localização geográfica, adaptação climática e aptidões agronómicas (Magalhães, 2008). As principais espécies de cada grupo são a *Vitis vinifera* (*V. vinifera silvestris* e *V. vinifera sativa*), que pertencem ao grupo euro-asiático; *Vitis amurensis* do grupo asiático central e *Vitis labrusca*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris* e *Vitis berlandieri* do grupo americano de zonas temperadas (Magalhães, 2008). A vinha cultivada é a espécie *Vitis vinifera sativa*, esta deriva da *V. vinifera silvestris* por mutações espontâneas, apresentando diferenças quer a nível morfológico quer a nível fisiológico (tabela 1) e originando as atuais castas, após cruzamentos espontâneos ou induzidos (Huglin & Schneider, 1998).

Tabela 1: Diferenças morfológicas e fisiológicas entre *V. vinifera silvestris* e *V. vinifera sativa* (Magalhães, 2008, citando Fregoni, 1999).

Órgãos e características	<i>V. vinifera silvestris</i>	<i>V. vinifera sativa</i>
Folha	Trilobada (♂); Inteira (♀)	Pentalobada
Seio peciolar	Aberto	Estreito e fechado
Vigor	Elevado	Médio a baixo
Cachos	Pequenos	Grandes
Desavinho	Elevado	Geralmente reduzido

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Flor	Dióica	Hermafrodita
Cor do bago	Negro (raramente branco)	Negro, rosado, cinzento e branco
Sabor	Áspero, ácido	Doce, pouco ácido
Grainha	Pequena e arredondada	Grande e alongada
Ciclo vegetativo	Curto	Comprido
Resistência ao frio	Elevada	Baixa

Pensa-se que as espécies ancestrais do género *Vitis* tenham habitado a época Terciária (Simon, 1978), sendo que o fóssil mais antigo foi descoberto na região de Reims, Champagne (Magalhães, 2008). Este género colonizou áreas continentais do Hemisfério Norte, correspondentes hoje em dia à Eurásia e à América do Norte (Huglin & Schneider, 1998), verificando-se uma evolução em separado desde a abertura do Oceano Atlântico que se completou no Eocénico inferior (Bohm, 2013). Os fósseis mais antigos da espécie *Vitis vinifera silvestris* pertencem ao Plistocénico Inferior da era Quaternária e a domesticação da espécie *Vitis Vinifera sativa* terá ocorrido no período Neolítico (Huglin & Schneider, 1998), pelos povos da Transcaucásia, correspondente aos atuais Uzbequistão, Afeganistão e Cachemira (Magalhães, 2008). Devido à lenta migração dos povos desta região, foram introduzidos gradualmente propágulos de videira nas regiões da Mesopotâmia, Geórgia, Palestina, Trácia, Síria, Fenícia, Grécia e Egipto (Magalhães, 2008).

A Grécia no século VII a.C. teve um papel importante na história da viticultura e na difusão do vinho, tendo exportado e estabelecido o comércio do vinho ao longo de toda a costa mediterrânica. Já no que diz respeito à cultura da vinha e à produção de vinho em Itália, esta teve início durante a Império Romano (Simon, *et al.*, 1978), tendo um clima bastante favorável para o cultivo e onde foi desenvolvida a viticultura do tipo Etrusco (Hidalgo, 1999). Após a queda do império romano e durante a idade média, o cristianismo e as ordens monásticas impulsionaram o desenvolvimento da vitivinicultura, pela alusão do sangue de Cristo, tendo estas ordens um importante papel no desenvolvimento e na disseminação do vinho e da videira pela Europa (Simon, *et al.*, 1978).

A evolução da *Vitis vinifera sativa* não cessou nos tempos históricos, sendo que a pressão da seleção humana continuou a acentuar-se, provocando o aparecimento de formas que eventualmente deram origem às variedades atuais (Huglin & Schneider, 1998).

2.2 Viticultura em Portugal

Na Península Ibérica, e mais concretamente em Portugal, o vinho e a cultura da vinha terão sido introduzidos pelos povos Tartéssios cerca de 2000 A.C. e posteriormente pelos Fenícios, estando nessa altura, o vinho reservado apenas aos estratos sociais mais abastados (IVV, 2016). O Império Romano teve um papel fundamental no impulso e consolidação da vitivinicultura, introduzindo castas, técnicas vitícolas e enológicas, sendo que posteriormente já na Idade Média, as Ordens Religiosas promoveram não só o crescimento da atividade vitivinícola, mas também contribuíram para fortalecer o hábito do consumo de vinho na dieta alimentar, dando-lhe ainda uma forte conotação religiosa (Magalhães, 2008).

À semelhança do que acontece na maioria dos países vitícolas europeus, em Portugal a viticultura tem sofrido grandes oscilações ao longo do tempo como reação dos mercados. Desta forma, verificam-se assim períodos de grande expansão que levam à subida dos preços e posteriormente e como consequência destas expansões desmesuradas, seguem-se crises na viticultura que afetam os viticultores (IVV, 2016a). Devido à adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia, foram gerados mecanismos de abandono definitivo desta cultura, em que foram arrancadas vinhas em locais menos aptos, criando-se ainda instrumentos legais e financeiros que permitiam e facilitavam a replantação de vinha em zonas e áreas mais convenientes e que demonstravam uma maior aptidão (IVV, 2016a).

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, em 2015 a superfície total de vinha em Portugal era de 178 957 hectares, sendo a terceira cultura com maior superfície em Portugal, com uma produtividade de 5 223 Kg/ha nesse mesmo ano (INE, 2016). No que diz respeito às castas mais utilizadas, verifica-se que existem 26 castas que ocupam cerca de 55% da área total de vinha, havendo uma predominância de 15 castas tintas nesta área e ocupando cerca de 38% do seu total (IVV, 2016a).

Em relação à quantidade de vinho produzido em 2015, Portugal ocupou o 11º lugar no ranking mundial produzindo cerca de 7,0 milhões de hectolitros desta bebida. Neste mesmo ano e em relação ao total de exportações, Portugal exportou 2,8 milhares de hectolitros encontrando-se na posição 8 em relação aos exportadores mundiais (OIV, 2016).

No que concerne a Regiões Vitivinícolas, em Portugal existe um total de 14, onde se incluem as regiões que correspondem às diferentes Indicações Geográficas Protegidas (IGP): Vinho Verde (IGP Minho), Trás-os-Montes (IGP Transmontano), Porto

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

e Douro (IGP Duriense), Távora-Varosa (IGP Terras de Cister), Dão (IGP Terras do Dão), Bairrada (IGP Beira Atlântico), Beira Interior (IGP Terras da Beira), Lisboa (IGP Lisboa), Tejo (IGP Tejo), Península de Setúbal (IGP Península de Setúbal), Alentejo (IGP Alentejano), Algarve (IGP Algarve), Madeira (IGP Terras Madeirenses) e Açores (IGP Açores) (IVV, 2016) (figura 1).

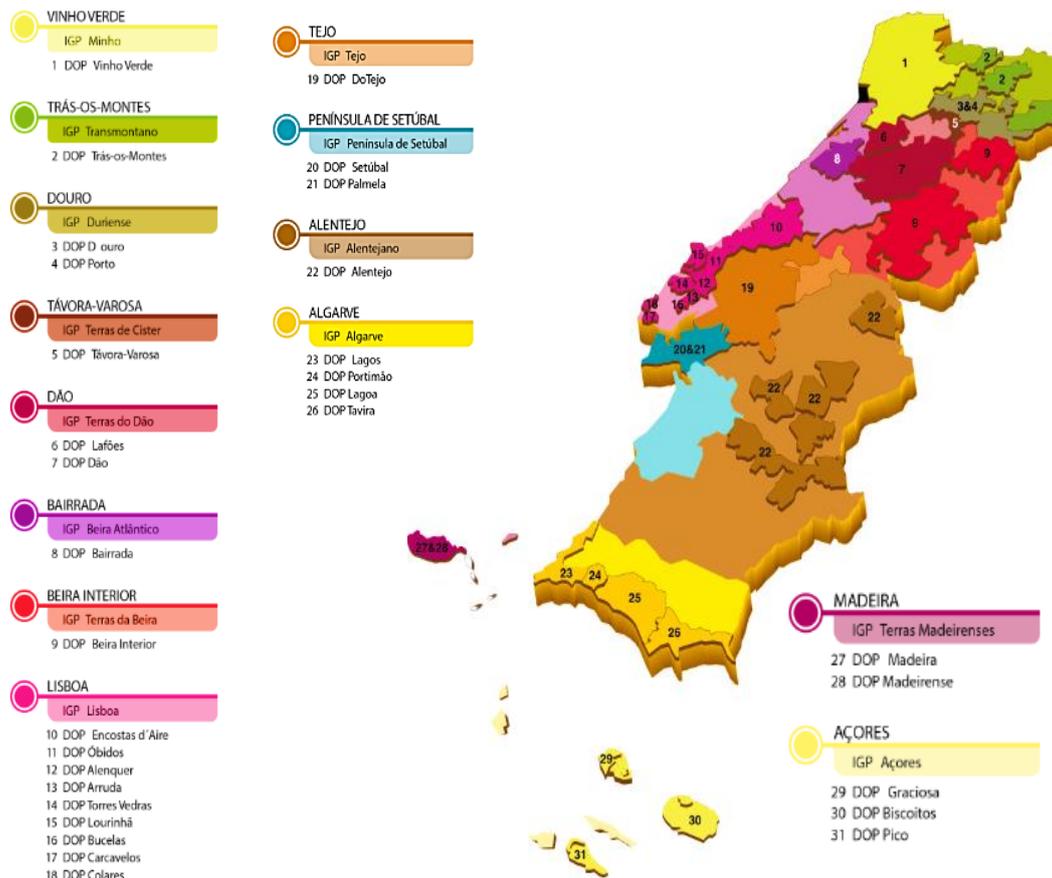


Figura 1: Regiões vitivinícolas em Portugal e respetivas Indicações Geográficas Protegidas e Denominações de Origem Protegida (IVV, 2016).

A cada Indicação Geográfica Protegida existem diferentes Denominações de Origem Protegida (DOP), perfazendo um total de 31 regiões em Portugal, regulamentadas pela União Europeia (IVV, 2016) (figura 1).

2.3 Região Demarcada do Douro

A Região Demarcada do Douro foi a primeira a nível mundial a obter esta denominação por Marquês de Pombal em 1756, tendo sido aplicado este conceito não

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

só para definir os contornos da área de produção, mas também para se definir o número de parcelas de produção de vinhos desta região e, desta forma, assegurar a qualidade do produto, evitar adulterações, equilibrar a produção e o comércio e de forma a permitir a estabilização do preço (Pereira, 2004; Unwin, 1991).

A partir de 1921, a área demarcada desta região abrange 250 000 hectares, compreendendo cerca de 45 000 hectares com vinha instalada (Pereira, 2009). Esta região situa-se no Nordeste de Portugal, numa extensão de 100 km (Magalhães, 2008), e estabelece-se geograficamente ao longo do troço médio do vale do Rio Douro e parte de alguns dos seus afluentes das duas margens, definindo-se desde Barqueiros no concelho de Mesão Frio até Mazouco, no concelho de Freixo de Espada à Cinta

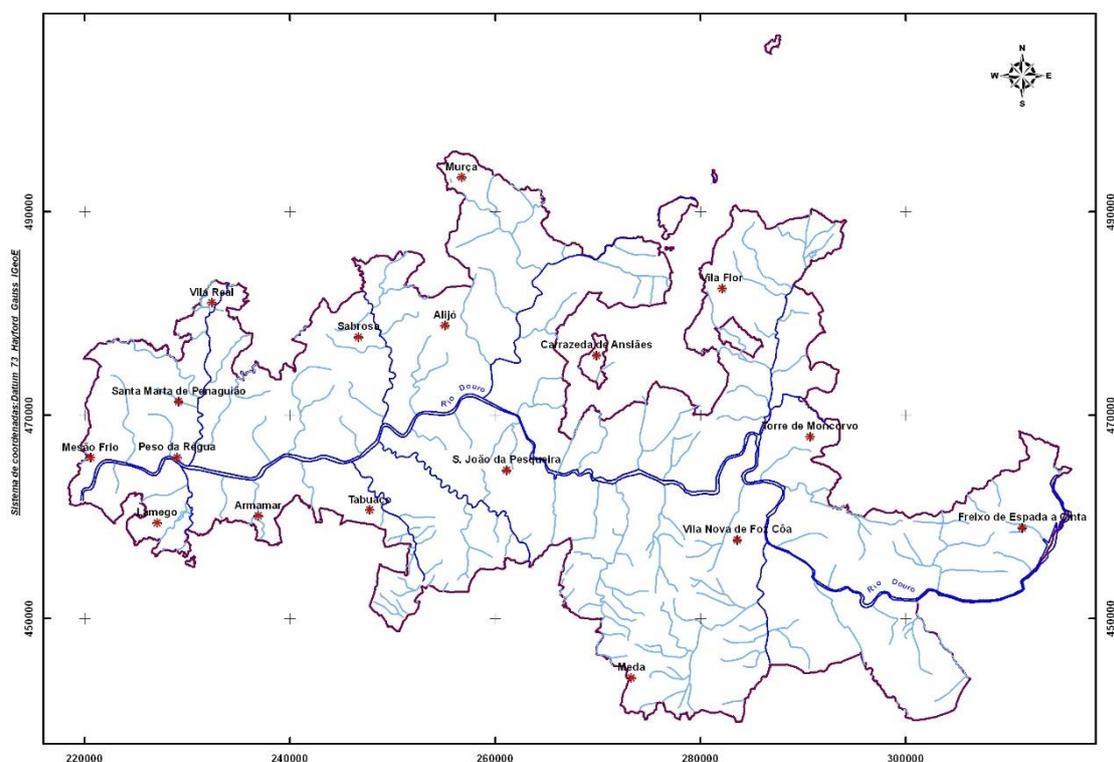


Figura 2: Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004).

(Ribeiro, 2000). É definida segundo contornos irregulares nas cotas entre 400 e 700 metros, instalando-se nas encostas frequentemente abruptas tanto do rio Douro como de afluentes, nomeadamente na margem direita, Corgo, Pinhão, Tua e Sabor e na margem esquerda, Têdo, Távora, Torto, Teja e Côa (Magalhães, 2008) (figura 2).

Devido à existência de grandes diferenças mesoclimáticas, não só devido a variações na altitude, mas também ao maior ou menor afastamento do mar, a região do Douro é frequentemente subdividida em três sub-regiões, nomeadamente Baixo-Corgo,

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Cima-Corgo e Douro Superior (IVDP, 2004a). O Baixo-Corgo é a sub-região que se encontra mais próxima do Atlântico, apesar da interposição da serra do Marão e Montemuro, havendo nesta maiores precipitações e temperaturas mais amenas em comparação com as restantes, estendendo-se desde Barqueiros até à confluência dos rios Corgo e ribeiro de Temilobos com o Douro. No caso de Cima-Corgo, o clima vai-se acentuando progressivamente as características de clima mediterrânico, havendo diminuição da precipitação e um aumento das temperaturas estivais. Esta sub-região estende-se para montante até ao Cachão da Valeira. No caso da sub-região do Douro Superior, estende-se até à fronteira com Espanha e apresenta já um clima tipicamente mediterrânico, com características semiáridas, onde se observa frequentemente a sobrematuração das uvas (Magalhães, 2008).

Em relação à caracterização destas sub-regiões, o Baixo Corgo apresenta a menor percentagem de área total das três sub-regiões (45 000 hectares, 18% do total), é no entanto a que apresenta uma maior área ocupada com vinha (14 501 ha, representando 32,2% da área total). Já em relação ao Douro Superior esta é a que apresenta a maior área das três sub-regiões (110 000 ha), contudo é a que apresenta a menor percentagem de área ocupada com vinha, ou seja, 9,3% da área total (IVDP, 2004a) (tabela 2).

Tabela 2: Caracterização das sub-regiões da Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004a).

Sub-região	Área Total (ha)	%	Área com vinha (ha)	% da Área Total
Baixo Corgo	45 000	18	14 501	32,2
Cima Corgo	95 000	38	20 915	22,0
Douro Superior	110 000	44	10 917	9,3
Total	250 000		45 613	18,2

A vinha e o vinho na RDD apresentam uma grande relevância na economia desta região sendo uma das regiões vitícolas a nível nacional que apresentam maior peso em “Superfície Agrícola Utilizada” (SAU), tendo uma ocupação de 50,2% da SAU em 2009 (IVDP, I. P. , 2016). Do vinho produzido na Região Demarcada do Douro, cerca de 48% é destinada à produção de “Vinho do Porto”, enquanto o restante volume é destinado para a produção de vinhos com denominação de origem controlada “Douro” ou “Vinho do Douro” (IVV, 2016). De facto, o volume de produção em litros no ano de 2015 de “DOP Porto” foi de 77 483 953 litros, correspondendo a 48% da produção total, enquanto os vinhos com “DOP Douro” e “IGP Duriense” tiveram um volume de produção de 65

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Em termos de precipitação, esta é bastante variável nas diferentes sub-regiões do Douro e oscila assimetricamente e com regularidade ao longo do ano, com maiores valores quer em dezembro quer em janeiro (em alguns locais, em Março) e com menores valores em julho e agosto. Assim, nos meses em que ocorre maior precipitação os valores variam entre 50,6 mm no Douro Superior (Barca d'Alva) e 204,3 mm no Baixo Corgo (Fontes) e nos meses em que ocorre menor precipitação, esta varia entre 6,9 mm na sub-região de Cima Corgo (Murça) e 16,2 mm no Baixo Corgo (Mesão Frio) (IVDP, 2004a).

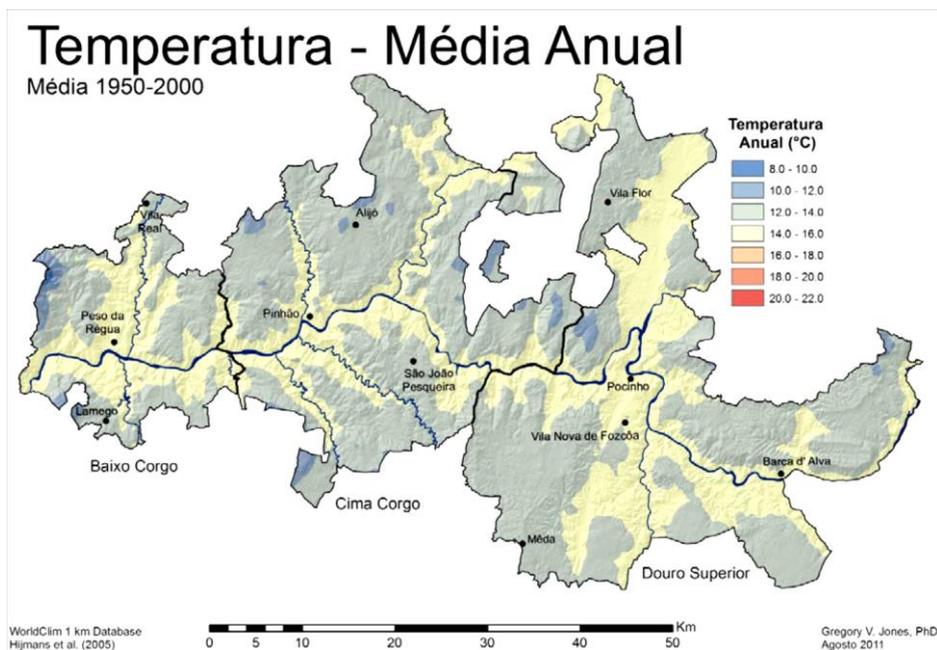


Figura 4: Temperaturas médias anuais na Região Demarcada do Douro entre os anos de 1950 e 2000 (Jones, 2013).

O Baixo Corgo apresenta uma precipitação anual mínima de cerca de 971 mm, enquanto o Douro Superior apresenta uma precipitação anual mínima de cerca de 643 mm, com o Cima Corgo numa posição intermédia de 778 mm. No que diz respeito à precipitação anual máxima, o Baixo Corgo é também a sub-região com valores mais elevados e o Douro Superior com os valores mais baixos (1 625 mm e 1 123 mm, respetivamente) (Jones & Alves, 2011) (figura 3).

Em relação à temperatura, esta vai ser também variável nesta Região Demarcada. A temperatura média anual ultrapassa os 15°C na margem direita do rio Douro, no vale do Tua e na ribeira da Vilariça, representando nesta margem, a maior temperatura média anual desta região. Estas variações nesta região devem-se à morfologia das

encostas, à maior ou menor facilidade de penetração dos fluxos de ar e a variações em relação à exposição à luz solar (Almeida, 2006).

Verifica-se ainda que em termos anuais a média de temperaturas entre os anos de 1950 e 2000 foi de 13,7°C, apresentando-se maiores temperaturas nas cotas mais baixas e na direção Este e valores mais reduzidos nas cotas mais altas desta região (figura 4). No que diz respeito às diferenças entre sub-regiões, as temperaturas médias anuais não apresentam grandes variações, existindo, no entanto, uma variação relativamente grande ao longo das estações, isto é, apesar de no Inverno as sub-regiões apresentarem valores relativamente semelhantes, no Verão o Douro Superior apresenta uma área maior de temperaturas máximas superiores relativamente ao Baixo Corgo e Cima Corgo.

Devido às variadas características climáticas nas três sub-regiões, estas vão ter diferentes classificações, sendo que a sub-região do Baixo Corgo é classificada como húmida, o Cima Corgo com uma classificação climática de sub-húmida seca e o Douro Superior classifica-se como semi-árida (Magalhães, 2008).

2.3.2 Solo

Em termos de solo, a origem geológica da grande maioria dos solos desta região assenta num complexo xisto-grauváquico pré-ordovício, apesar de surgirem também algumas formações de xisto recentes do Ordovício e Silúrico, assim como do Miocénio e do Paleocénico, encontrando-se em mais de metade da Região Demarcada do Douro (Magalhães, 2008). Os granitos apresentam também alguma importância nesta região, ocupando mais de 1/3 da área (Figueiredo, 2015), sendo no entanto um fator de desclassificação na atribuição de benefício para Vinho do Porto (Magalhães, 2008).

Os solos que sofrem influência da ação humana, levando à mobilização profunda com desagregação forçada de rocha e o conseqüente aprofundamento do perfil e modificações na morfologia original, com incorporação acrescida de fertilizantes são designados por Antrossolos áricos. Estes solos podem ter sofrido surribagem devido ao seu perfil original, ou não, quando o seu perfil é mais suave, apenas sofrendo modificações na camada superficial (IVDP, 2004a).

Os solos incultos são normalmente os solos designados por Leptossolos, caracterizando-se por solos de pequena espessura sobre rocha. Os Fluvisolos são solos derivados de depósitos aluvionares, localizados em superfícies de deposição de

sedimentos e por vezes com presença de calhau rolado, encontrando-se este tipo de solo sobretudo no Vale da Vilariga (Magalhães, 2008).

No que diz respeito às características físico-químicas, os solos apresentam textura franco-arenosa e franco-limosa, geralmente com elevada percentagem de limo e areia fina e nos Antrossolos, com elevada quantidade de elementos grosseiros à superfície e no perfil, limitando as perdas de água por erosão, uma boa permeabilidade às raízes e à água, assim como uma elevada absorção de energia radiante, favorecendo um microclima mais quente ao nível das cepas (IVDP, 2004a). Em relação aos teores de matéria orgânica e de fósforo assimilável são sempre reduzidos (1,5%), podendo apresentar valores médios a altos de potássio (Magalhães, 2008). O pH é predominantemente ácido (pH entre 4,2 a 5,5) e em menor escala pouco ácido (5,6 a 6,5), sendo que nos dois casos os valores de cálcio e magnésio são baixos (IVDP, 2004a).

2.4 Necessidades Hídricas e Efeitos do Stress Hídrico na Videira

Os macroclimas a nível mundial para a cultura da vinha são caracterizados fundamentalmente por três índices: balanço hídrico no solo durante o ciclo de crescimento, a radiação solar, assim como as condições de temperatura (Steduto, *et al.*, 2012).

A disponibilidade de água na videira vai influenciar diversos fatores, ou seja, influencia o desenvolvimento da canópia, o microclima da vinha, o rendimento e a composição dos bagos (Keller, 2015). Para além destes fatores, o *stress* hídrico poderá afetar vários processos fisiológicos e metabólicos que incluem não só o crescimento, mas também a fotossíntese e a respiração, que por sua vez, terá consequências na produção, composição e características do mosto (Gamero, *et al.*, 2014). Em combinação com a temperatura, o estado hídrico da planta são fatores geralmente reconhecidos como críticos e que poderão afetar o seu crescimento (Hunter, *et al.*, 2014).

A maioria das vinhas a nível mundial crescem em climas de características mais ou menos mediterrânicas, ou seja com Invernos frios e húmidos e com Verões muito secos e quentes, com elevadas taxas de evaporação para a atmosfera (Keller, 2015). Em particular na região do Douro, as vinhas são sujeitas a um elevado potencial de défice hídrico, em que a diferença entre a evapotranspiração e a precipitação poderá ser de

730-750 mm, desde o período de abrolhamento até à colheita (Jones & Alves, 2011). É, no entanto uma cultura que apresenta uma grande resistência à seca, sendo ainda uma planta que reage melhor aquando da adição de rega (Jordão, *et al.*, 1998).

Apesar de a vinha ser tradicionalmente cultivada numa latitude que varia entre os 30° e os 50° (Steduto, *et al.*, 2012), cada vez mais surge a necessidade de irrigação, tanto devido não só às alterações climáticas, como a alterações na qualidade e rendimento desta cultura (Jones & Alves, 2011; van Leeuwen, *et al.*, 2009). No entanto, até recentemente, as vinhas eram irrigadas sobretudo nos países do “Novo Mundo”, sendo que em países do “Velho Mundo”, a irrigação é geralmente proibida por lei (Balint & Reynolds, 2013). No caso de Portugal, a irrigação não é interdita globalmente, no entanto existem restrições para a sua autorização, sendo que esta autorização é dada em condições excecionais reconhecidas pelo Instituto do Vinho e da Vinha e acordado pela Comissão Vitivinícola regional, responsável pelo seu acompanhamento (Carbonneau, *et al.*, 2007). Assim, segundo as regras Comunitárias, a rega em regiões com Denominação de Origem só pode ser efetuada em contextos excecionais, em condições de extremo défice hídrico e reconhecidas estas condições pelo Organismo Regional Competente e em que estas condições poderão pôr em causa o normal desenvolvimento da videira (Magalhães, 2008).

O conceito de *stress* hídrico é definido segundo Magalhães (2008), como a situação em que a água é um fator limitante para o normal funcionamento da planta e pode ocorrer tanto devido ao excesso, como à falta deste recurso; sendo que estas duas condições deverão ser evitadas pois poderão pôr em causa a qualidade dos vinhos (Balint & Reynolds, 2014), ou ainda a viabilidade da videira (Keller, 2015). A resposta da cultura ao défice hídrico vai depender da intensidade, duração e da altura de ocorrência desse *stress*, ou pode mesmo depender da casta (Steduto, *et al.*, 2012).

A decisão de quando e quanto regar requerem o conhecimento dos fatores que afetam o estado hídrico da planta e a sua resposta através dos efeitos qualitativos e quantitativos. Apenas mediante o conhecimento destes efeitos é que se poderá dirigir e gerir a irrigação para a obtenção de rendimentos uniformes e das características qualitativas desejadas (Lissarrague, *et al.*, 2007). É também importante ter em conta que o fornecimento de água e o fornecimento de carbono para o crescimento e a produção de frutos estão muitas vezes inversamente correlacionados (Keller, 2015). Diversos estudos demonstram que o excesso de água leva ao aumento do crescimento vegetativo, conduzindo ao aumento do ensombramento e resultando no aumento da

acidez total e do pH do mosto, assim como redução significativa da cor e compostos fenólicos em vinhos tintos, levando a aumentos no rendimento mas a perdas na qualidade (Mirás-Avalos, *et al.*, 2016; Gamero, *et al.*, 2014; van Leeuwen, *et al.*, 2009; Chaves, *et al.*, 2007).

Por outro lado, situações extremas de défice de água vão reduzir fortemente o rendimento, pela redução do peso dos cachos, e a importância relativa destes componentes, ou seja, a número de bagos e o seu tamanho, vão depender de quando esta situação ocorre (Steduto, *et al.*, 2012). O desconforto hídrico deverá ser evitado no início da fase de crescimento, entre o abrolhamento e a floração, uma vez que pode reduzir significativamente o crescimento vegetativo, pela redução da divisão celular, causando canópias de pequena dimensão e que poderão diminuir a capacidade da videira de formar frutos. Entre o pintor e o amadurecimento, o *stress* hídrico intenso poderá levar à redução da taxa fotossintética, devido ao fecho dos estomas (Ojeda, *et al.*, 2001; van Leeuwen, *et al.*, 2009; Mirás-Avalos, *et al.*, 2016), produção de menores concentrações de fotoassimilados e conseqüentemente menor concentração de açúcares e um menor peso dos frutos (Lissarrague, *et al.*, 2007). Neste caso, a concentração em antocianinas irá aumentar de forma linear com o défice hídrico (van Leeuwen, *et al.*, 2009).

Assim, muitos estudos referem que a chave para melhorar a qualidade da vinha é através do alcance de um adequado equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutor, já que o vigor excessivo pode ter conseqüências indesejáveis na composição dos frutos. O *stress* hídrico moderado mantido por uma irrigação parcial poderá reduzir o vigor nas videiras e a competição por carboidratos pelo crescimento de novos pâmpanos, promovendo ainda uma alteração na distribuição de fotoassimilados para os tecidos reprodutivos e metabolitos secundários. Desta forma, estas alterações no metabolismo da planta poderão vir a levar a um incremento da qualidade das uvas e do vinho produzido (Chaves, *et al.*, 2007; Matthews & Anderson, 1988). Por outro lado, o défice hídrico moderado, ao limitar o desenvolvimento vegetativo, favorece a exposição solar do cacho, melhorando a relação película/polpa e aumentando a produção de compostos fenólicos (Gamero, *et al.*, 2014; Ojeda, *et al.*, 2002). As uvas nesta situação poderão ainda conter um menor conteúdo em ácido málico e maiores conteúdos em açúcar, antocianinas e taninos (van Leeuwen, *et al.*, 2009). Para além disso, o défice hídrico moderado poderá realçar o potencial aromático das uvas, por exemplo, pelo aumento de precursores voláteis de tiol,

independentemente da influência do estado da água na dimensão do bago (Keller, 2015).

No caso das etapas de abrolhamento até à floração, caracteriza-se pela prioridade por parte da planta do desenvolvimento vegetativo em detrimento do desenvolvimento frutífero. Durante esta fase não é frequente a falta de água, sendo que o desenvolvimento da videira ocorre em condições de conteúdo em água no solo próximas da capacidade de campo. De outra forma, no início do ciclo anual o desenvolvimento foliar é ainda baixo e dado o aumento das temperaturas neste período e o regime de chuvas, o consumo atmosférico é também baixo. Tudo isto faz com que o consumo de água nesta fase seja reduzido, não sendo frequente a falta de água, exceto esporadicamente em anos invulgarmente secos. Apesar disto, a aplicação de água nesta fase vai-se traduzir no aumento do desenvolvimento vegetativo e favorece a limpeza e o crescimento dos bagos. No caso da falta de água nesta fase, vai-se traduzir por um abrolhamento irregular, crescimento muito lento dos pâmpanos e a ausência de crescimento vegetativo, que por sua vez vai condicionar a superfície foliar, que garantirá a maturação dos bagos e a acumulação de reservas nas partes permanentes da planta, refletindo-se por sua vez no ciclo atual e futuro. Esta fase é portanto muito sensível à falta de água no solo (Trujillo, *et al.*, 2007).

Na fase de maturação, a disponibilidade hídrica considera-se um dos fatores mais importantes (Trujillo, *et al.*, 2007). O défice hídrico será responsável pela diminuição da taxa fotossintética. Numa fase inicial, ocorre uma diminuição da abertura estomática e por conseguinte a diminuição da fotossíntese, sendo que se estas condições permanecerem, os estomas fecham para evitar perdas de água excessivas por transpiração, havendo uma forte redução da fotossíntese ao longo do dia (Simonneau, *et al.*, 2014). A falta de água entre o pintor e o amadurecimento até à colheita poderá levar a uma menor concentração de açúcares no caso de um forte défice hídrico (Ojeda, *et al.*, 2002) e um menor peso dos bagos (Keller, *et al.*, 2016). No caso de um défice hídrico controlado, este em vinhos tintos, poderá resultar em aromas mais frutados e menos vegetais, maior teor de pigmentos de antocianinas e, em alguns casos, uma menor adstringência (Keller, *et al.*, 2016). Em caso de condições de regadio, em geral a acidez total aumenta, devido, sobretudo ao aumento de ácido málico e, conseqüentemente, o pH diminui (Trujillo, *et al.*, 2007).

Desta forma, a rega na videira deve ser controlada de forma a otimizar o balanço entre a relação *source/sink*, de forma a garantir quer o adequado desenvolvimento

vegetativo quer o desenvolvimento reprodutivo e, desta forma, evitar o vigor excessivo das plantas (Etchebarne, *et al.*, 2010; Freeman & Kliewer, 1983).

2.5 Cálculo da evapotranspiração

A informação necessária para o planeamento da irrigação inclui a evapotranspiração potencial (ET_0) e o coeficiente da cultura (K_c). A evapotranspiração potencial (ET_0), ou muitas vezes referida como ET de referência, é a água utilizada por unidade de tempo por uma cultura verde (*Festuca glauca* Lam.) que ensombre completamente o solo (Williams, 2001), com o solo saturado.

A evapotranspiração é um componente muito importante no ciclo hidrológico, sobretudo em regiões semi-áridas e em climas mediterrânicos (Trambouze & Voltz, 2001). Esta componente refere-se à combinação de dois diferentes processos, ou seja, à perda de água pela evaporação através do solo, assim como por transpiração através da perda de água pelas plantas. No que diz respeito à evaporação, este é o processo no qual a água em estado líquido é convertida em água no estado gasoso (vapor - vaporização). Em relação à transpiração, esta consiste na vaporização de água no estado líquido que ocorre no tecido das plantas e a remoção desse vapor para a atmosfera. As culturas tendem a perder água essencialmente pelos estomas (Allen, *et al.*, 1998). A evapotranspiração vai depender do estado da vinha, isto é, quando esta possui uma área foliar limitada, a maior parte da água é perdida para a atmosfera através da evaporação do solo, no entanto, quando a canópia está completa, a maior parte da água perdida é através da transpiração das folhas (Moyer & Peters, 2013). A evapotranspiração (ET) vai também variar sazonalmente, sendo mais baixa no início da temporada (início do desenvolvimento da videira) e mais elevada a meio do Verão, decrescendo a partir desta fase (Williams, 2001). Os fatores ambientais que afetam este parâmetro são a radiação, a temperatura do ar, a humidade e a velocidade do vento. A cultivar e o estado fenológico devem também ser considerados na sua avaliação, assim como a salinidade do solo, a sua fertilidade, a aplicação limitada de fertilizantes e a presença de solos duros ou impenetráveis ou a presença de pragas e doenças e a sua falta de controlo assim como a fraca gestão do solo poderão levar à limitação do desenvolvimento da vinha e conseqüentemente reduzir a evapotranspiração (Allen, *et al.*, 1998). Por outro lado, a evaporação através do solo e a transpiração das folhas vai variando diariamente, ao longo do ciclo de crescimento. Assim, quando a

evapotranspiração é mais elevada, as necessidades de rega são conseqüentemente altas, quando os valores da evapotranspiração são reduzidos, as necessidades de rega também o serão (Williams, 2001).

A evaporação e a transpiração ocorrem simultaneamente, não havendo uma forma fácil de distinguir estes dois processos. Além da disponibilidade de água na camada superior do solo, a evaporação num solo cultivado é determinada sobretudo pela fração da radiação solar que atinge a sua superfície. Esta fração vai diminuir ao longo do período de crescimento, à medida que a vinha se vai desenvolvendo e a sombra desta cobre uma maior área de solo (Allen, *et al.*, 1998).

Uma forma para o cálculo da evapotranspiração da cultura (ET_c), é através da seguinte fórmula: $ET_c = K_c \times ET_0$ (Williams & Ayars, 2005).

A quantidade de água que a vinha irá perder durante um determinado período de tempo vai variar de acordo com o desenvolvimento da canópia, assim como vai variar de casta para casta. Assim, o coeficiente da cultura (K_c) tem sido utilizado para ajustar os ET de referência (ET_0), de forma a considerar a quantidade de água que está realmente a ser utilizada. Em particular, a vinha, como é uma cultura extremamente resistente à seca, terá uma taxa de transpiração inferior a outras culturas de referência, ou seja, terá um valor inferior a 1 (Moyer & Peters, 2013). Este valor varia à medida que esta vai crescendo, particularmente, de acordo com o desenvolvimento da canópia, uma vez que está estreitamente relacionado com o tamanho e o máximo desenvolvimento da canópia, ou seja a quantidade de cobertura do solo (Williams & Ayars, 2005). Assim, o valor de K_c estimado pode variar de menos de 0,1 a 0,8 dependendo do crescimento sazonal dos lançamentos ou do tamanho da canópia (Keller, 2015).

A evapotranspiração da cultura de referência (ET_0) é afetada por parâmetros climáticos. Assim, este fator é expresso pelo poder evaporativo da atmosfera numa localização específica assim como da altura do ano, não considerando as características da cultura e os fatores do solo (Allen, *et al.*, 1998). Este valor poderá ser calculado através da equação de Penman-Monteith, usando-se fatores como a temperatura do ar, a humidade, a radiação solar e a velocidade do vento, estando registados em estações meteorológicas (Moyer & Peters, 2013).

A evapotranspiração sobre condições padrão (Et_c) refere-se à evapotranspiração numa vinha saudável, em condições de estado hídrico do solo ótimas, atingindo a produção máxima sobre determinadas condições climáticas, este poderá variar entre 1 a 9 mm/dia de temperaturas baixas a elevadas respetivamente (Allen, *et al.*, 1998).

2.6 Indicadores do estado hídrico

São numerosos os fatores que vão influenciar o estado hídrico da vinha. No caso de vinhas não irrigadas, estes fatores são assegurados essencialmente pelas reservas de água no solo, que vão depender da profundidade de solo explorado pelas raízes, a sua estrutura e textura e as condições meso-climáticas (van Leeuwen & Vivin, 2008). O conhecimento do estado hídrico das videiras é ainda importante pois irá definir não só o desenvolvimento destas, mas também a qualidade e quantidade dos seus frutos, este estado hídrico tal como referido anteriormente, vai estar intimamente relacionado com diversos fatores tais como a temperatura, a distribuição temporal da precipitação, a humidade do ar, a velocidade do vento, assim como a capacidade de retenção de água pelo solo (Roby & Matthews, 2004).

A água vai desempenhar um papel fundamental na fotossíntese, sendo portanto um processo muito sensível à sua disponibilidade, uma vez que a abertura dos estomas, através dos quais são efetuadas as trocas gasosas, se faz através da turgescência das células de guarda do ostíolo (Huglin, 1986). Ao ocorrer a fixação de CO₂ pela fotossíntese, verifica-se uma perda de H₂O por transpiração, que representa cerca de 99% da água absorvida pelas raízes, sendo necessário a transpiração de 100g de H₂O por cada grama de CO₂ fixado. Desta forma, uma deficiência hídrica que reduza a turgescência das células guarda, provoca o fecho dos estomas e conseqüentemente a redução da taxa transpiratória e também da fotossíntese (Castro, *et al.*, 2015).

A absorção de água pela videira pode ser monitorizada através de diferentes ferramentas (Institut Français de la Vigne et du Vin, 2014). Estas dizem respeito à monitorização da água no solo, pelo uso de tensiómetros, sondas de marca de água, sondas de humidade de neutrões ou “Time Domain Reflectometry”; modelo de balanço hídrico ou ainda através do uso de indicadores fisiológicos (van Leeuwen, *et al.*, 2009). Em relação ao modelo de balanço hídrico, o potencial hídrico da planta (folhas ou pâmpanos) e a discriminação de isótopos de carbono são os mais utilizados, sendo que em particular na vinha, a modelação de balanço hídrico e a regulação da transpiração, ocupam lugares de destaque (Gaudin, *et al.*, 2014).

O estado hídrico, no caso das videiras, resulta da relação entre a quantidade de água absorvida do solo e a água perdida por transpiração e evaporação, das videiras assim como da flora circundante (Magalhães, 2008). Desta forma, dependendo da precisão do método utilizado, a monitorização do estado hídrico da planta poderá levar

ao desenvolvimento de ferramentas importantes para o planeamento da irrigação e desta forma, aos viticultores gerirem de uma melhor forma, o crescimento vegetativo e reprodutivo (Acevedo, *et al.*, 2010). O controlo da restrição hídrica vai ser realizada com recurso a indicadores que irão disponibilizar dados precisos e atualizados em tempo útil, como a capacidade da videira de transportar água do solo para a atmosfera, desta forma e com base nestes dados é possível a tomada de decisões de ordem técnica quanto à escolha da estratégia de rega ideal (Acevedo, *et al.*, 2010).

A medição do estado hídrico do solo é cara e poderá ser difícil de executar no caso dos solos onde estão implantadas as vinhas, uma vez que estes contêm, geralmente uma elevada porção de pedras. Assim, uma alternativa é através da utilização de um modelo de balanço hídrico, fornecendo um quadro relevante para o diagnóstico do *stress* hídrico (Pellegrino, *et al.*, 2006).

No caso do estudo em questão, serão descritas duas ferramentas que foram utilizadas no ensaio, nomeadamente o potencial hídrico foliar e a monitorização das trocas gasosas.

2.6.1 Potencial Hídrico Foliar

A água tem energia livre, no entanto, nas plantas a energia livre da água (ou potencial químico) é designado como potencial hídrico (Williams, 2001).

Uma das formas para a medição do estado hídrico nas videiras é através da medição do conteúdo de água no solo ou medidas de potencial hídrico no solo. No entanto, este tipo de medições pode ser difícil devido à profundidade em que se encontram as raízes das plantas ou devido ao elevado conteúdo de pedras no terreno. Assim, uma alternativa é através de medições do estado hídrico nas folhas (Ψ) que permite o diagnóstico do nível de déficit hídrico em que se encontram as cepas (Gaudin, *et al.*, 2014). O potencial hídrico foliar (Ψ_l), antes do amanhecer ou de base (Ψ_{pd} ou Ψ_0), ao meio dia (Ψ_{min}) ou em folhas não transpiráveis ou potencial de água do caule (Ψ_{stem}) têm sido indicadores largamente utilizados como indicadores do *stress* hídrico nas videiras em vários países (Choné, *et al.*, 2000). Estes métodos constituem ainda uma medida de referência do estado hídrico da vinha, de baixos a muito altos níveis de restrição hídrica na planta (Ojeda, *et al.*, 2002).

A água no seu estado puro tem um potencial de 0 bars. Quando é adicionado algum soluto na água - quer sejam açúcares, iões minerais ou aminoácidos – irá baixar o seu

potencial, ou seja, o potencial irá tornar-se negativo. Isto ocorrerá também no potencial hídrico da planta (Williams, 2001).

Na planta, o movimento da água ocorre ao longo de gradientes de energia livre decrescentes ou de atividade molecular, muitas vezes descritos como diferenças no potencial hídrico (Williams, 2001). A água é retirada do solo para cima através da planta devido à força de sucção, à medida que a água evapora das folhas. Na planta, a água move-se pelo xilema, transportando a água desde as raízes até às folhas. A água nestes vasos está sobre tensão e, à medida que o solo seca ou devido a qualquer outro fator, as raízes tornam-se incapazes de acompanhar o ritmo de evaporação das folhas, esta tensão aumenta, e neste caso, a planta experimenta défice hídrico (Prichard, *et al.*, 2004).

O potencial hídrico nas plantas pode, ser medido utilizando uma câmara de pressão (câmara de Scholander) (Alves, *et al.*, 2013). Esta medição é normalmente realizada nas folhas, podendo ser medido o potencial hídrico foliar a diferentes alturas do dia ou em diferentes locais da planta.

A câmara de pressão é um dispositivo em que se aplica pressão de ar na folha onde a maior parte da folha está dentro da câmara, mas uma pequena parte da haste foliar (o pecíolo) é exposta à parte externa da câmara através de um vedante (figura 5). A quantidade de pressão necessária para fazer com que a água surja no pecíolo indica a porção de tensão que a folha experimenta para que apareça água: uma alta pressão significa uma grande quantidade de tensão e um alto grau de *stress* hídrico (Prichard, *et al.*, 2004). As unidades de pressão mais comumente utilizadas são o Bar ou Mega Pascal (1 MPa equivale a 10 Bars) (Prichard, *et al.*, 2004).

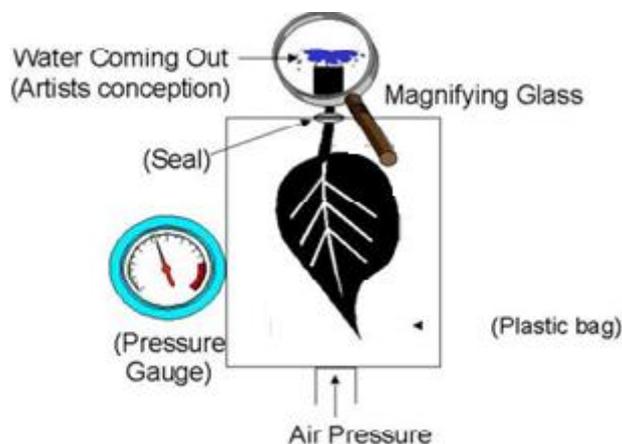


Figura 5: Representação esquemática de parte da câmara de pressão e do seu modo de funcionamento (Prichard, *et al.*, 2004).

O pecíolo é cortado e a folha é rapidamente colocada na câmara, sendo que o corte do pecíolo ficará ligeiramente saliente para fora do dispositivo (Williams, 2001), através de um pequeno orifício. A folha será fixada na tampa da câmara e depois de apertar a tampa e após a garantia de que não existem folgas ou fugas de gás, injeta-se azoto com uma pressão crescente. Com o auxílio de uma lupa, observa-se a exsudação de seiva pelo pecíolo cortado, interrompendo-se a injeção de gás e registando-se o valor de pressão (Trujillo, *et al.*, 2007).

A perda de água pelas folhas não é constante ao longo do dia, variando devido a vários fatores, nomeadamente ambientais. Este fator pode, apesar de tudo ser minimizado quando o potencial hídrico da folha é relativamente estático (Prichard, *et al.*, 2004). Sugere-se normalmente que a medição do potencial hídrico foliar (Ψ_l) durante o dia e a meio do dia não fornecem informações confiáveis do estado hídrico geral. Isto deve-se sobretudo a uma falta de correlação entre Ψ_l e outros parâmetros fisiológicos, como medidas de crescimento ou quantidade de água aplicada (Williams & Araujo, 2002). Assim, a medição antes do amanhecer do potencial hídrico foliar, potencial hídrico de base, (Ψ_{pd} ou Ψ_0) e o potencial hídrico do pecíolo (Ψ_{stem}) têm sido os mais utilizados (Schultz, 1996). A medição do Ψ_0 tem sido muito utilizado em estudos de vinha, uma vez que ao fim da noite as condições microclimáticas são homogêneas nas folhas e não ocorre transpiração (os estomas estão fechados), sendo assim, nesta altura o potencial hídrico é relativamente similar em todas as folhas da cepa (van Leeuwen, *et al.*, 2009), para além disso assume-se que, antes do sol nascer, o potencial hídrico entre a vinha e o solo encontra-se em equilíbrio, refletindo desta forma, a disponibilidade de água no terreno (Williams & Araujo, 2002). Em relação ao Ψ_{stem} , este foi demonstrado que é menos variável do que Ψ_l e melhorou a capacidade de detetar pequenas, mas estatisticamente significantes diferenças entre tratamentos (Williams & Araujo, 2002).

Os fatores ambientais que mais afetam o potencial hídrico foliar são principalmente as condições climáticas na altura da amostragem, nomeadamente a radiação, a temperatura e a humidade, assim como a quantidade de água presente no solo. Em todos os casos, condições climáticas mais quentes e secas levarão a que o potencial hídrico se torne mais negativo (Prichard, *et al.*, 2004), sendo que estes valores vão também variar de acordo com a casta e das características de implantação da raiz no solo (Magalhães, 2008), e mesmo do rendimento (van Leeuwen, *et al.*, 2009). Uma vez que o potencial hídrico foliar máximo será na altura antes do nascer do sol, o potencial hídrico foliar mínimo é, usualmente, medido a meio do dia, pois nesta altura ocorrerá

regulação estomática e as folhas expostas à radiação solar estarão a executar processos fisiológicos como a fotossíntese e transpiração (van Leeuwen, *et al.*, 2009). A relação entre o solo seco e o potencial hídrico é direta, à medida que o primeiro se torna cada vez mais seco, o potencial hídrico tornar-se-á cada vez mais negativo (Prichard, *et al.*, 2004).

Carbonneau *et al.* (2007) propuseram um método de referência, que possibilita avaliar o grau de défice hídrico na planta. Estes valores são o resultado de mais de 20 anos de observações em várias vinhas em diferentes cultivares (Deloire, *et al.*, 2005). Van Leeuwen *et al.* (2009) completaram a informação do método de Carbonneau, representando o potencial hídrico do pecíolo a meio do dia, o potencial hídrico da folha a meio do dia, assim como o potencial hídrico da folha antes de amanhecer (tabela 3).

Tabela 3: Níveis de défice hídrico em vinha, medidos pelo potencial hídrico do pecíolo a meio do dia; potencial hídrico da folha a meio do dia e potencial hídrico da folha antes de amanhecer em MPa (van Leeuwen, *et al.*, 2009).

Potencial hídrico do pecíolo a meio do dia (MPa)	Potencial hídrico da folha a meio do dia (MPa)	Potencial hídrico da folha antes de amanhecer (MPa)	
Abaixo de -0,6	Abaixo de -0,9	Abaixo de -0,2	Não há défice hídrico
-0,6 a -0,9	-0,9 a -1,1	-0,2 a -0,3	Défice hídrico suave
-0,9 a -1,1	-1,1 a -1,3	-0,3 a -0,5	Défice hídrico suave a moderado
-1,1 a -1,4	-1,3 a -1,4	-0,5 a -0,8	Défice hídrico moderado a severo
Acima de -1,4	Acima de -1,4	Acima de -0,8	Défice hídrico severo

Os estomas encerram em resposta à secura do ar, ou mais precisamente ao défice de pressão de vapor alto (condições de ar quente e seco, que são mais frequentes ao meio dia solar no Verão), independentemente do estado hídrico das cepas e em que não serão observadas grandes diferenças entre videiras regadas e não regadas (Trujillo, *et al.*, 2007).

2.6.2 Monitorização das Trocas Gasosas

Quando ocorre défice hídrico, a vinha responde através do fecho dos estomas, de forma a limitar a perda de água, sendo este um dos primeiros efeitos. Quer o crescimento vegetativo, quer o crescimento inicial das uvas é bastante sensível ao défice de água, enquanto a função fotossintética das folhas e o crescimento dos bagos pós pintor são processos menos sensíveis (Santos T. , *et al.*, 2007). Este encerramento dos estomas vai levar a uma diminuição da transpiração, mas também irá fazer com que

haja uma limitação da fotossíntese, uma vez que a difusão de CO₂ para as folhas é muito mais dependente da abertura estomática do que da difusão de H₂O para fora das folhas (Flexas, *et al.*, 2002; Boyer, *et al.*, 1997).

Tanto o CO₂, taxa de assimilação, condutância estomática e transpiração, podem ser medidos através da utilização do equipamento IRGA (Infrared Gas Analyzer) (Rosa, *et al.*, 2014). Este instrumento regista a temperatura do ar (T_a ou T_{ch}), a temperatura da folha (T_f ou T_{leaf}), a taxa transpiração (E), a taxa de fixação de CO₂ ou fotossíntese líquida (A), assim como a condutância estomática (g_s) (Kriedemann, 1968). Este é um método bastante fiável, tendo ainda a vantagem de ser um método não destrutivo. No entanto tem as desvantagens de ser pouco utilizado fora do contexto de investigação pois tem um custo elevado, sendo ainda necessário alguma especialização para a sua utilização e, para além disso deverá ser utilizado em conjunto com outros indicadores (Deloire, *et al.*, 2004).

Tal como referido anteriormente, um dos primeiros efeitos do défice hídrico no solo e antes da observação no potencial hídrico é a redução da abertura estomática nas folhas. No entanto, observa-se uma forte relação entre o potencial hídrico de base e a condutância estomática (g_s), sendo que a videira foi uma das primeiras espécies em que se demonstrou que a abertura estomática dependia da concentração de ácido abscísico (ABA) no xilema, havendo um aumento desta hormona nas raízes quando ocorre *stress* hídrico e que levará ao encerramento dos estomas das folhas (Trujillo, *et al.*, 2007). Foi assim observado que à medida que os valores de potencial hídrico aumentam, a condutância estomática diminui. Já no que diz respeito à taxa fotossintética, à medida que os seus valores aumentam, os valores de condutância estomática também aumentam (Trujillo, *et al.*, 2007).

A temperatura ótima para a realização da fotossíntese nas folhas está entre os 25 e os 30°C, sendo que o aumento desta levará a um declínio linear nas taxas de fotossíntese, em que a uma temperatura de 45°C, esta irá ter uma redução de 30%. Em relação à transpiração, com o aumento da temperatura irá, ao contrário da fotossíntese, aumentar exponencialmente em particular a partir dos 35°C (Greer, 2012). Temperaturas acima dos 45°C durante curtos períodos de tempo desencadeiam declínios graves na condutância estomática (g_s) e na fotossíntese e quando ocorre durante longos períodos de tempo poderá destruir as folhas da videira. Para além disso, altas temperaturas normalmente estão associadas a baixa humidade do ar, levando ao fecho dos estomas em resposta ao défice de altas pressões de vapor e não devido ao

calor. O impacto negativo das temperaturas elevadas na fotossíntese é muito mais pronunciado com alta intensidade da luz, sendo que as folhas são mais suscetíveis a vagas de calor quando o céu está claro ou durante períodos de défice hídrico (Keller, 2015).

2.7 Modelos de rega deficitária

A irrigação em vinha tem vindo a ter diferentes efeitos em diferentes ensaios, sendo impossível definir um nível geral válido de humidade no solo em que se deverá começar um novo ciclo de irrigação, uma vez que diferentes investigadores sugerem diferentes regimes. Isto poderá ter a ver com o facto de resultados diferentes estarem relacionados com diferentes tipos de solo e diferenças no clima nos diferentes locais de experimentação, assim como diferentes estados de desenvolvimento das plantas (Van Zyl & Weber, 1981).

As novas abordagens à gestão da rega deverão reduzir quer o consumo de água quer os efeitos ambientais consequentes das práticas agrícolas atuais (Myburgh, 2003). Estes objetivos poderão ser atingidos de várias formas, sendo uma delas através do uso de sistemas de rega gota-a-gota, utilizada amplamente com o objetivo de economizar água e simultaneamente melhorar a qualidade dos vinhos (Chaves, et al., 2007). Para além disso, assegura ainda um melhor controlo do estado hídrico, uma maior precisão e também a sua automatização (Ojeda & Saurin, 2014). Por outro lado, irrigações menos frequentes irão reduzir as perdas por evaporação da superfície do solo e a redução da evapotranspiração da vinha (Myburgh, 2011a).

Apesar de na região do Douro, estando essencialmente numa região de clima Mediterrâneo, ser prática comum a agricultura de sequeiro, esta região vai beneficiar com boas práticas de rega, levando a benefícios na produção vitícola e na qualidade enológica. A irrigação, para além das vantagens acima descritas do tipo de rega gota-a-gota, em ambientes secos e quentes poderá também ser utilizada para prevenir temperaturas excessivas na canópia e nos cachos e, em casos extremos, para assegurar a sobrevivência da planta (Oliveira & Nieddu, 2013).

Uma estratégia de irrigação ideal será manter algum nível de restrição hídrica no vinhedo que terá pequenas perdas de rendimento mas que será compensado com uvas de melhores características e melhores vinhos (Myburgh, 2011).

A rega deficitária consiste em reduzir as taxas de aplicação de água de forma a repor apenas parte do potencial de evapotranspiração da vinha, quer seja durante todo um ciclo, quer seja apenas durante certos períodos fenológicos (Intrigliolo & Castel, 2009)

Atualmente as ferramentas mais importantes de irrigação baseadas no conhecimento fisiológico não só da videira, mas também de outras culturas, em resposta ao *stress* hídrico são a Rega Deficitária Controlada (RDI – Regulated Deficit Irrigation) e a Rega Radicular Alternada (PRD – Partial Root-zone Drying) (Chaves, *et al.*, 2007).

2.7.1 Rega Deficitária Controlada (Regulated Deficit Irrigation - RDI)

Este tipo de rega pode também ser designado de rega pelo potencial hídrico foliar, sendo necessário a determinação do potencial de base e, a partir dos seus valores e de correlações com o potencial mínimo a meio do dia (Ψ_{\min}), estabelecer diferentes níveis de restrição hídrica, em cada fase do ciclo vegetativo, em relação aos objetivos finais de produção e qualidade que se pretende atingir (Magalhães, 2008).

A RDI ou Rega Deficitária Controlada é uma das estratégias mais utilizadas quando da irrigação gota-a-gota nas vinhas, com o objetivo de equilibrar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Santos T. , *et al.*, 2005), consistindo em impor diferentes níveis de restrição hídrica, ao longo de diversas fases do ciclo de crescimento (Magalhães, 2008).

Os principais objetivos da utilização da RDI no caso das castas para produção de vinhos tintos é a redução do tamanho dos bagos, levando ao aumento do rácio película/bago e aumentar a qualidade dos frutos (Santos T. , *et al.*, 2005), portanto vai originar vinhos mais concentrados, tânicos, frutados e equilibrados, com potencialidades de guarda, pela síntese de antocianinas e a concentração de metabolitos no bago (açúcares e compostos fenólicos) (Magalhães, 2008; Balint & Reynolds, 2013). Tem também as vantagens de ao controlar o excesso de vigor, reduzir a população de pragas e a pressão de doenças (Balint & Reynolds, 2013). Em zonas semiáridas, ao contrário de outros locais, esta técnica de rega em comparação com vinhas não irrigadas, pode levar ao aumento do rendimento, aumento do teor em sólidos solúveis e aumento do conteúdo em antocianinas por bago (Orts, *et al.*, 2005).

A gestão da RDI, não é no entanto fácil, uma vez que é necessário um sistema de monitorização do solo preciso e confiável de forma a evitar o risco de depressão hídrica severa em períodos de temperaturas extremas (Santos, *et al.*, 2005).

2.7.2 Rega Radicular Alternada (Partial Root Drying - PRD)

A PRD ou Rega Radicular Alternada tem vindo a ser proposta na viticultura como uma possível forma de economizar água, mas sem comprometer o rendimento (Myburgh, 2011a). Neste método, metade do sistema radicular da cepa está lentamente a desidratar, enquanto a outra parte está a ser irrigada (Intrigliolo & Castel, 2009). Após mais ou menos duas semanas, será trocada a irrigação (Santos, *et al.*, 2005). Este método foi desenvolvido de forma a controlar o crescimento da planta e a sua transpiração mas de forma a evitar períodos de *stress* hídrico severo que podem ocorrer no método RDI (Santos, *et al.*, 2005). Esta técnica envolve a aplicação de reduzidas porções de irrigação e mantém relativamente elevado o potencial hídrico (Ψ), próximo dos valores de tratamentos de irrigação completa (Balint & Reynolds, 2013)

Neste sistema, as raízes da parte que está a ser irrigada mantêm o estado hídrico da planta favorável, enquanto as raízes desidratadas irão emitir sinais químicos para a folha traduzindo-se em aumentos da concentração em ácido abscísico (ABA) proveniente da raiz nas células de guarda, com redução consequente da condução estomática (Balint & Reynolds, 2014). O ABA regula a biossíntese de metabolitos primários e secundários durante o amadurecimento dos cachos, e o seu aumento durante a maturação está correlacionado com o aumento de sólidos solúveis e antocianinas (Balint & Reynolds, 2014). Terá também efeitos no controlo do vigor vegetativo e na abertura estomática (Santos, *et al.*, 2005; Intrigliolo & Castel, 2009).

Um estudo demonstrou que a Rega Radicular Alternada induziu um aumento de formas aciladas (antocianinas aciladas), que se encontram na película dos bagos em contraste com a rega deficitária, ocorrendo no entanto um microclima com mais ensombramento que poderá ter causado diferenças no metabolismo de antocianinas a partir da maturação, quando em comparação com outros tratamentos em que se aplicou rega deficitária (Oliveira & Nieddu, 2013). Porém, Myburgh (2011a) verificou que não houve melhorias da qualidade enológica, particularmente quando foi aplicada com grande frequência.

Em alguns casos, a PRD ao levar ao controlo do crescimento vegetativo, levou a uma exposição adequada dos cachos à radiação solar e a uma melhoria do microclima nesta zona (Santos, *et al.*, 2005). Este tipo de rega poderá também levar ao aumento da acidez (Intrigliolo & Castel, 2009) e, por vezes, da intensidade aromática (Magalhães, 2008). Pode ainda beneficiar desenvolvimento das raízes que estão a ser irrigadas (caso

não haja troca de parte irrigada e não irrigada), em vinhas que ainda não estão completamente estabelecidas (Balint & Reynolds, 2013).

Por outro lado, outros estudos demonstraram que os diferentes resultados observados se devem a diferenças no tipo de solo, ou seja, em solos profundos e pesados, esta técnica parece ter menos efeitos do que em solos arenosos, em que ciclos de secura e humidade são atingidos mais facilmente (Intrigliolo & Castel, 2009).

Este tipo de irrigação pode ser difícil de aplicar na prática e numa vinha de grandes dimensões, uma vez que é difícil evitar que apenas uma das partes do sistema de raízes esteja em contacto com a água e a outra parte em completa secura. Por exemplo, em solos com alto teor em argila, o movimento da água das áreas irrigadas por capilaridade horizontal, poderão reduzir os efeitos localizados deste tipo de rega (Balint & Reynolds, 2013).

2.8 Material Vegetativo

2.8.1 Casta - Touriga Franca

Esta casta autóctone portuguesa é das que apresenta maior expressão a nível nacional, estando em segundo lugar em termos de área ocupada (15 407 ha, correspondendo a 8% da área total) (IVV, 2016). Até muito recentemente era designada por Touriga Francesa, não havendo no entanto qualquer conotação com alguma casta Francesa (Magalhães, 2008), tendo esta denominação origem nos anos 40 do século passado (Bohm, 2010). Por análise genética, esta casta resulta do cruzamento entre a casta Touriga Nacional e a casta Marufo (ou Mourisco).

Apesar de ser grandemente cultivada na RDD, devido à sua regularidade de produção e a um bom potencial qualitativo, tem vindo a sofrer uma expansão para várias outras regiões, estando já representada na lista de castas recomendadas das DOC Bairrada, Óbidos, Alenquer, Arruda dos Vinhos, Torres Vedras, Ribatejo e Lagoa (Magalhães, 2008) (Figura 10).

No que diz respeito à sua morfologia, a extremidade do ramo jovem é aberta, com pigmentação antociânica média, generalizada e média a forte densidade de pelos prostrados; a flor é hermafrodita; a folha adulta apresenta-se de tamanho médio, pentagonal, trilobada, sub-inteira, com limbo verde-escuro, plano; seio peciolar fechado, base em V, seios laterais abertos em V (figura 8); o pâmpano é ligeiramente estriado de vermelho e os gomos são ligeiramente avermelhados. O cacho é médio, cónico-alado,

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

compacto e com pedúnculo curto e bago arredondado, com tamanho médio, negro-azul, película medianamente espessa e polpa mole (Bohm, 2010).

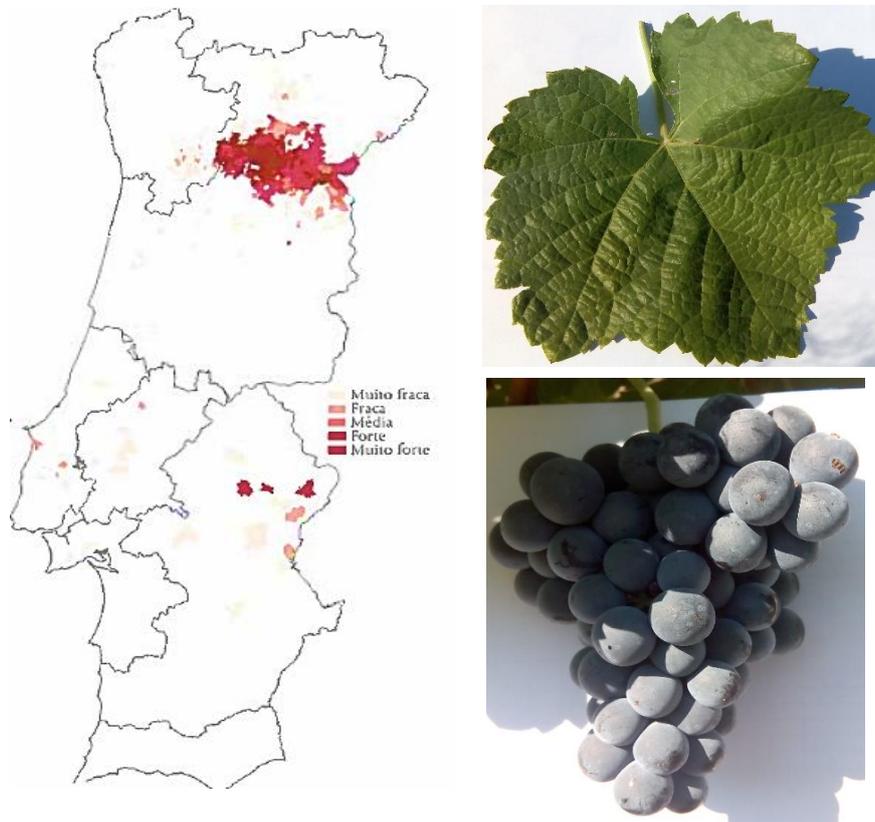


Figura 6: Distribuição nacional da casta Touriga Franca (Bohm, 2010) e aspeto da folha e do cacho (fotos tiradas na Quinta da Cabreira, 2017).

Em termos de fenologia, o abrolhamento a floração e o pintor são precoces e a maturação é média. Em termos do potencial vegetativo, é uma casta com vigor médio a elevado, com porte semi-ereto. A sua produtividade é elevada (8 000 a 16 000 kg/ha), tendo uma produção regular ao longo dos anos e uma produção homogénea, o cacho é médio/grande (com peso entre 200 a 300 g), medianamente compacto a compacto, dependendo da disponibilidade hídrica (Bohm, 2010). É moderadamente sensível ao míldio e à podridão cinzenta e sensível ao oídio (Sousa, *et al.*, 2007), é muito sensível à traça da uva que irá posteriormente originar a podridão acética, sendo no entanto resistente à cigarrinha verde (Magalhães, 2003).

Em relação ao seu potencial agronómico, a Touriga Franca, adapta-se bem a qualquer sistema de condução, apresentando sempre uma produtividade satisfatória e devido ao seu porte ereto é fácil a sua condução em verde e a despona mecânica (Bohm, *et al.*, 2010). Deve-se evitar a sua plantação em solos muito férteis, profundos

e húmidos, que poderá comprometer o teor alcoólico (Bohm, *et al.*, 2010), deverão ser privilegiadas cotas de mais baixa altitude e de boa exposição, nomeadamente os quadrantes sul, sudoeste e poente, uma vez que necessita de elevadas temperaturas e radiação de forma a atingir as graduações mínimas compatíveis com a qualidade (Magalhães, 2003). Quer a folha quer o cacho são portanto bastante resistentes à exposição à radiação, havendo pouca suscetibilidade de ocorrência de escaldão tanto nas folhas como nos cachos (Magalhães, 2008).

Produz vinhos de qualidade, com um grau alcoólico provável do mosto de 12 a 14% vol., acidez mediana (Bohm, 2010), e que apesar de nem sempre apresentar uma elevada concentração em açúcares, é rica em polifenóis e fornece uma cor intensa aos vinhos e uma boa estrutura aromática (Magalhães, 2003).

Esta casta pode dar origem a vinhos DOC Douro monovarietais, no entanto é normalmente utilizada no lote com outras castas quer para a produção de Vinho do Porto, quer para vinhos tranquilos (Magalhães, 2003), possuindo ainda geralmente um bom potencial de envelhecimento, em particular envelhecimento em madeira (Bohm, 2010).

2.8.2 Porta-enxertos – 110 Richter (110 R)

Os porta-enxertos são utilizados tradicionalmente de forma a controlar a filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae*). Desde o aparecimento deste inseto na Europa no final do século XIX, o crescimento da *Vitis vinifera* apenas é possível através da enxertia em porta-enxertos resistentes (Di Filippo & Vila, 2011). Os porta-enxertos utilizados derivam de espécies Norte Americanas de *Vitis* e de espécies individuais ou de cruzamentos de duas ou mais espécies, sendo que devido à natureza dioica das espécies que lhes deram origem, são plantas femininas ou masculinas (Keller, 2015).

Devido à utilização destes, passam portanto a constituir o sistema radicular da videira, sendo que a parte aérea é representada pelas castas desejadas de *V. vinifera* (Magalhães, 2008). Tal como em qualquer planta enxertada, na videira as funções metabólicas estarão repartidas entre dois genótipos diferentes, ou seja, enquanto o sistema foliar do garfo vai garantir a produção de fotoassimilados, o sistema radicular do porta-enxerto irá fornecer a alimentação hídrica e mineral (Clímaco, 2003). Também devido à enxertia e a associação na mesma planta de dois biontes que possuem características genéticas distintas, a viticultura teve de ter em conta novas variáveis, quer da adaptação de cada porta-enxerto às características dos solos, quer da influência que irão exercer sobre o vigor, produtividade e maturação das castas. Por outro lado, podem

ainda surgir, embora seja um fenómeno raro, uma afinidade entre estas duas partes, ou seja, o grau de possível adaptação recíproca das funções fisiológicas entre ambos os biontes (Magalhães, 2008).

Relativamente ao porta-enxerto utilizado na Touriga Franca na Quinta da Cabreira, é a 110 R. Este deriva de um híbrido de *V. Berlandieri* com *V. rupestris*, pertencendo à série Richter (Keller, 2015). Estão bem adaptados a regiões quentes e secas e a solos de baixa fertilidade e/ou muito pedregosos (Magalhães, 2008). Embora demonstre uma tendência para induzir uma produtividade elevada nas castas onde é enxertado, isto não se vai refletir geralmente numa diminuição da qualidade dos mostos. É, no entanto, desaconselhada a sua utilização em solos muito férteis.

Em termos de características ampelográficas, a extremidade do ramo jovem é semiaberta com fraca densidade de pelos prostrados, pigmentação antociânica média e generalizada (Queiroz, 2002). As folhas jovens apresentam cor verde com reflexos bronzeados (Magalhães, 2008); o pâmpano possui entrenós e nós vermelhos com fraca densidade de pelos prostrados e gomos com pigmentação antociânica média (Queiroz, 2002). As gavinhas são curtas e a flor é masculina. A folha adulta é reniforme, pequena e inteira, possuindo uma coloração verde escura brilhante, o seio peciolar é aberto, em forma de U. A página inferior nestas folhas é glabra e o pecíolo possui fraca densidade de pelos prostrados e eretos. O sarmento é circular e possui uma coloração castanha escura (Queiroz, 2002).

O 110 Richter possui uma resistência ao calcário ativo média, confere uma produtividade elevada, adapta-se a solos com teores relativamente baixos em potássio e em magnésio, é moderadamente suscetível a nematodes que causam galhas (género *Meloidogyne*), não tolera solos salgados e possui uma tolerância média a solos ácidos (Keller, 2015).

2.8.3 Sistema de Condução e Operações Culturais

Entende-se por sistemas de condução, o conjunto de decisões que irão determinar a disposição dos órgãos aéreos das cepas no espaço (Hidalgo, 1999). No que diz respeito às intervenções em verde, estas envolvem práticas que são levadas a cabo durante a fase vegetativa da vide, sendo que poderá ou não ser necessário o corte de algumas partes da planta (Hidalgo, 1999). Outras operações envolvem a aplicação de fitofármacos, a remoção de infestantes ou a incorporação do material da poda ou das intervenções em verde no solo como forma de fertilização.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

As videiras na Quinta da Cabreira são conduzidas em monoplano vertical ascendente, podadas em cordão Royat unilateral (figura 7). Não houve diferenciação de qualquer operação realizada, quer entre videiras com diferentes tratamentos, quer na restante extensão de vinha. Desta forma, permite que os resultados que serão obtidos não sejam influenciados pelos diferentes tipos de intervenções nas diferentes modalidades.



Figura 7: Aspeto das videiras e do seu modo de condução da casta Touriga Franca na Quinta da Cabreira.

Em relação às operações efetuadas na vinha, foi realizada uma pré-poda e a poda de Inverno, seguida da trituração da lenha de poda na linha onde foi deixada. Em relação às intervenções em verde, foram realizadas despampa, desponta e desladrão, assim como a orientação da vegetação em diferentes alturas ao longo de toda a época.

Relativamente à desponta, esta é realizada mecanicamente após a orientação da vegetação nos arames pareados.

Foi também necessário aplicar herbicida de contacto e residual na linha e nos taludes, e a realização de tratamentos fitossanitários para combate da escoriose, oídio e míldio. Procedeu-se ainda a capinagem, realizando-se para controlo de infestantes na entrelinha e aplicação de produtos anti escaldão.

3. Material e Métodos

Neste capítulo irá caracterizar-se o ensaio e os materiais e métodos utilizados para a elaboração deste trabalho.

3.1 Caracterização do ensaio

3.1.1 Localização da parcela

O ensaio foi realizado na Quinta da Cabreira, pertencente à Quinta do Crasto S.A.. A Quinta do Crasto encontra-se sediada entre o Peso da Régua e o Pinhão, com uma extensão de 130 hectares, onde 70 destes estão ocupados por vinha. Esta Quinta é propriedade da família de Leonor e Jorge Roquette há mais de um século, sendo uma das quintas mais premiadas do Douro (Falcão, 2014).

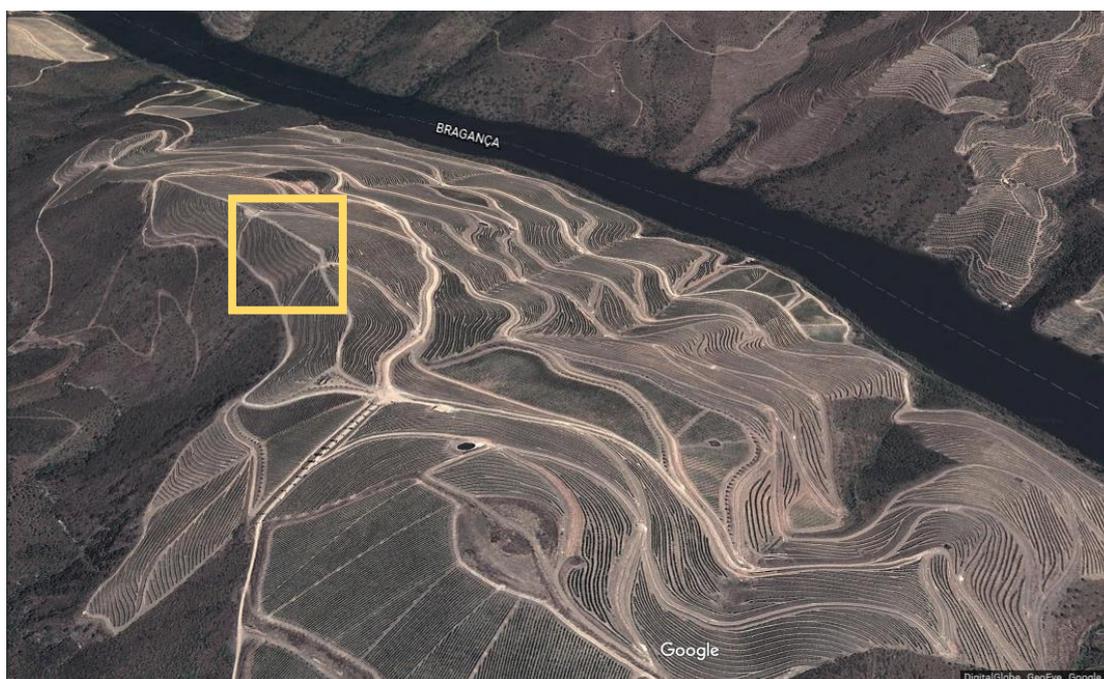


Figura 8: Vista aérea da Quinta da Cabreira, localizada no concelho de Vila Nova de Foz Côa e localização da parcela da casta Touriga Franca utilizada no ensaio (coordenadas: 41°03'29"N 7°04'02"W). Fonte: Google Earth®.

Em relação à Quinta da Cabreira, esta localiza-se na Região Demarcada do Douro mais concretamente na sub-região do Douro Superior entre Castelo Melhor e o Orgal, concelho de Vila Nova de Foz Côa (figura 8). Esta quinta possui uma área total de 150 hectares, 114 destes ocupados por vinhas multicasta. As castas tintas existentes nesta parcela são a Touriga Franca, Touriga Nacional, Tinta Roriz, Tinta Barroca, Tinta Amarela, Tinta Francisca, Sousão, Alicante Bouschet e Syrah. No que diz respeito às castas brancas, as variedades existentes são Rabigato, Viosinho e Verdelho.

Esta quinta possui 109 parcelas de vinha, situadas entre os 130 e 450 metros de altitude, e a sua sistematização caracteriza-se por vinhas ao alto, com declive de até 30%, em patamares de 2 bardos ou de 1 bardo em declives superiores a esse valor.

A zona do Douro Superior, tal como referido anteriormente, caracteriza-se por ser uma zona muito quente especialmente no Verão, com pouca precipitação e solos com baixa capacidade de retenção de água. A exposição solar é predominantemente Norte, podendo a temperatura no Verão atingir 45°C (sendo que pode haver uma variação de 0,7°C por cada 100 metros de altitude) e uma precipitação inferior a 400 metros cúbicos por ano. Desta forma a totalidade do vinhedo nesta Quinta possui rega gota-a-gota e sondas com medição da humidade do solo assim como uma estação meteorológica própria que permite fazer um registo anual dos dados climatéricos (Quinta do Crasto, s.d.).

O ensaio experimental foi instalado numa das parcelas onde se encontra a casta Touriga Franca (figura 6), tendo sido escolhida por estar localizada numa encosta com uma exposição solar predominantemente sul, encontrando-se nesta zona uma sonda de monitorização de humidade no solo a diferentes profundidades.

3.1.2 Delineamento Experimental

Para a realização do trabalho experimental, foram seleccionados três blocos e utilizados dois bardos: interior e exterior. Em cada bloco foram instaladas quatro modalidades de rega, em que cada modalidade corresponde a vinte videiras. Desta forma, no total foram utilizadas 240 videiras (10 videiras × 2 bardos × 4 modalidades de rega × 3 blocos) (figura 9).

Como foi referido, a casta utilizada no ensaio foi a Touriga Franca, plantada em 2007 com recurso a enxertos prontos, enxertada em 110R. Os patamares são compostos por duas linhas de plantação com compasso de 1 metro entre videiras e 2,20 metros na entrelinha. A vinha está conduzida em monoplano vertical ascendente e podada em cordão royat. A parcela encontra-se a uma altitude média de 240 metros, virada a Sul, tendo uma elevada exposição ao sol e as linhas das videiras têm uma orientação no sentido Noroeste-Sudoeste.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

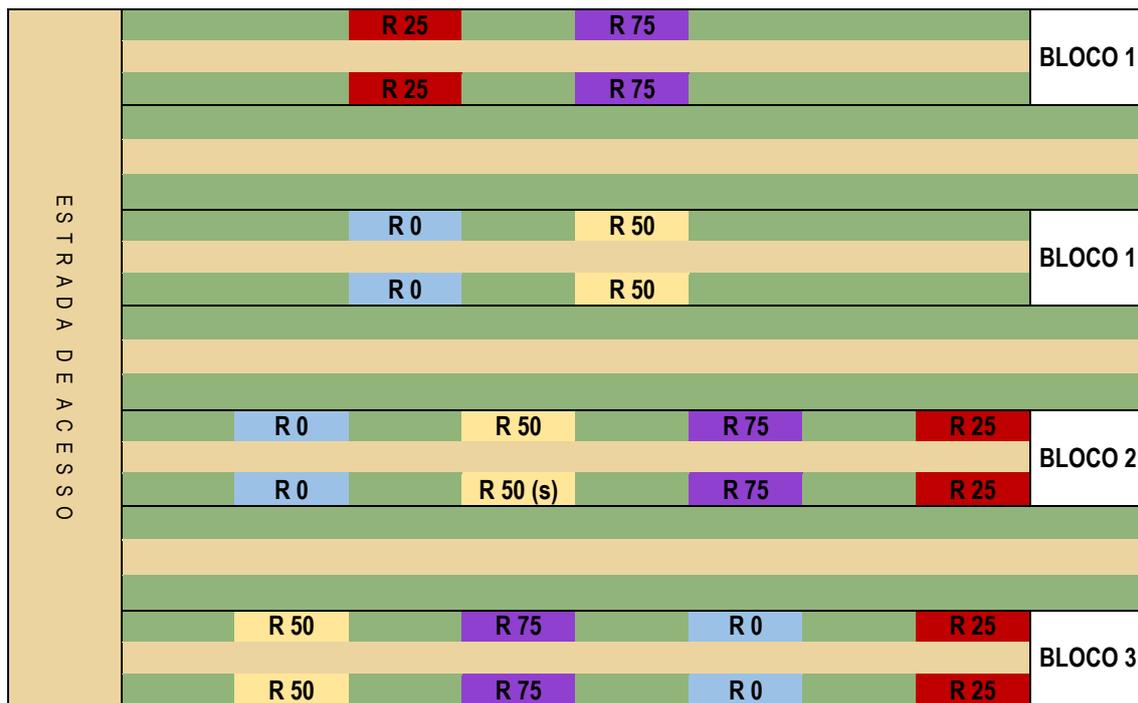


Figura 9: Esquema do ensaio localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R_0 , sendo estas não regadas; R_{25} com 25% de evapotranspiração; R_{50} com 50% de evapotranspiração e R_{75} correspondente a videiras com 75% de evapotranspiração.

Como foi referido, a casta utilizada no ensaio foi a Touriga Franca, plantada em 2007 com recurso a enxertos prontos, enxertada em 110R. Os patamares são compostos por duas linhas de plantação com compasso de 1 metro entre videiras e 2,20 metros na entrelinha. A vinha está conduzida em monoplano vertical ascendente e podada em cordão royat. A parcela encontra-se a uma altitude média de 240 metros, virada a Sul, tendo uma elevada exposição ao sol e as linhas das videiras têm uma orientação no sentido Noroeste-Sudoeste.

Em cada patamar foram testadas quatro modalidades de rega (R_x), sendo estas: R_0 , que corresponde a videiras não regadas; R_{25} , correspondendo a uma rega com 25% de evapotranspiração; R_{50} , que corresponde a rega com 50% de evapotranspiração e R_{75} , correspondente a rega com 75% de evapotranspiração, registada na estação meteorológica que se encontra na quinta. De forma a controlar as diferentes dotações de rega, foram instaladas tubagens não perfuradas onde foram montados gotejadores com uma dotação de 2 litros por hora em cada videira para os tratamentos R_{25} , gotejadores de 4 litros/hora para R_{50} e um gotejador de 2 l/h e outro de 4 l/h em cada videira para as videiras com o tratamento correspondente a R_{75} . No tratamento correspondente a R_0 , não foi fornecida qualquer água de rega, correspondendo portanto ao tratamento de controlo. Entre cada modalidade, encontram-se 5 videiras de guarda de forma a não haver interferências entre as diferentes dotações de rega e formando

uma zona tampão e entre cada bloco foi ainda deixado um patamar de guarda de forma a garantir a integridade dos dados a recolher.

A parcela onde se encontram as videiras para a elaboração do ensaio possui uma sonda de modelo EnviroSCAN® 150 (figura 10). Esta sonda permite medir o teor de humidade no solo de forma contínua, fornecendo dados essenciais para a gestão da irrigação. Esta sonda é constituída por quatro sensores que medem a diferentes profundidades do solo, ou seja, a 20, 40, 60 e 80 cm de profundidade. Estes sensores utilizam a capacitância elétrica, ou seja é gerado um campo elétrico de alta frequência à volta de cada sensor e estendendo-se através do tubo de acesso para o solo que o rodeia, medindo portanto a quantidade de carga acumulada e o potencial elétrico assumido em consequência dessa carga (AQUAGRI, 1998).



Figura 10: Sonda EnviroSCAN® 150, que monitoriza a humidade do solo a diferentes profundidades e unidade de comunicação que trata e envia os dados recolhidos pela sonda.

As informações são recolhidas a cada 15 minutos e os dados são enviados via GPS a cada 2 horas. Estes gráficos são publicados *online* neste período. A sonda é alimentada com energia elétrica através de um painel solar que está instalado numa das faces da unidade de comunicação. Os gráficos que são gerados a partir da informação recolhida permitem o conhecimento da situação hídrica da zona radicular da planta e a utilização que a cultura está a fazer da água disponível. Assim, esta informação vai permitir que o viticultor tome a decisão de quando e quanto regar com base nas informação disponibilizada por este dispositivo, assim como através de dados da evapotranspiração e precipitação fornecidos por uma estação meteorológica na quinta.

As videiras a utilizar neste estudo foram numeradas no início do delineamento experimental e, durante todo o ensaio procedeu-se à recolha de dados tendo em atenção esta numeração. Por as videiras estarem já selecionadas em anos anteriores e devido à localização dos diferentes gotejadores, as modalidades encontravam-se já escolhidas. No caso do bloco 1, as modalidades estão distribuídas por dois patamares, devido a replantações em anos anteriores. Nos restantes 2 blocos, a distribuição era feita tal como descrito anteriormente, ou seja, 10 videiras monitorizadas com 5 videiras de guarda entre modalidades (figura 11). Os blocos encontram-se a diferentes altitudes, sendo que o bloco 1 é o que está a uma altitude mais elevada e o bloco 3 é o que está a uma altitude mais baixa.

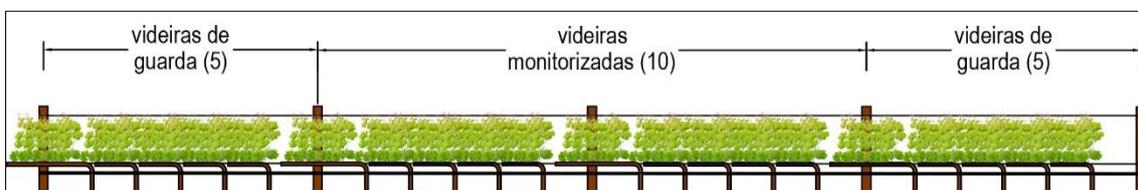


Figura 11: Esquema do ensaio de cada modalidade, em que são monitorizadas 10 videiras flanqueadas por 5 videiras tampão (de guarda).

Os trabalhos decorreram entre os meses de abril e setembro do ano de produção 2016/2017. Ao longo do ensaio foram testadas diferentes modalidades de rega deficitária com o objetivo de determinar qual o mais adequado, assim como os efeitos da rega aplicada no rendimento e qualidade nesta casta.

3.1.3 Características Edafoclimáticas

Como já referido anteriormente, a Região Demarcada do Douro assenta em formações Ante-Cambricas do Complexo Xisto-Gauváquico, dominada pela presença de solos evolutivamente incipientes e com limitações importantes enquanto suporte das atividades agrárias (Figueiredo, 2015). Esta região é então dominada por Leptosolos (delgados e pedregosos, na sua maioria ácidos, com quase 60% da superfície), com escassas dezenas de centímetros de espessura que apesar de estarem assentes em rocha-mãe de xisto, possuem friabilidade suficiente para serem desagregados até à profundidade adequada, efetuando-se surribas e constituindo desta forma o volume de terra com a espessura necessária para o armazenamento da água das chuvas e para o desenvolvimento das raízes. Assim, esta clivagem da rocha mãe e a sua surriba vão constituir o Antrossolo. Isto vai permitir que as raízes se desenvolvam em profundidade e delas extrair alguma água armazenada. Por outro lado e devido à pedregosidade natural destes solos, irá permitir a criação de um microclima mais quente à superfície devido à reflexão da luz (Magalhães, 2008). Os Antrossolos desta região apresentam

de um modo geral textura franca, com bastante limo e areia fina e são bastante ácidos (chegando o pH no Douro Superior a 6,0 ou mesmo 6,5) (Ribeiro, 2000).

Para além da capacidade de armazenamento de água, os solos vão também variar na quantidade e composição de nutrientes minerais, assim como na medida em que estes nutrientes estão disponíveis para absorção pelas raízes. Esta capacidade de armazenamento e acessibilidade de nutrientes no solo estão diretamente ligados à sua textura, profundidade das raízes e conteúdo em matéria orgânica, sendo que essa disponibilidade pode variar pela humidade no solo e o seu pH (Keller, 2015). Nesta região é normalmente necessário a incorporação de estrumes, corretivos calcários e adubos, sendo que a sua quantidade vai depender de análises preliminares ao solo. Esta região é ainda caracterizada por um baixo teor de matéria orgânica e sendo os solos ácidos, é portanto necessário proceder-se a estas correções (Figueiredo, 2015).

No que diz respeito ao clima na Região Demarcada em questão, esta caracteriza-se por uma elevada insolação total inter-anual, temperatura e evapotranspiração também elevadas, havendo ainda uma significativa variação inter-anual da precipitação (Jones, 2013). Devido à geometria natural e à latitude a que se encontram leva a que esta área usufrua de um elevado número de horas de sol durante todo o ano, com uma média de mais de 2100 horas de sol acumuladas por ano. No que diz respeito ao Douro Superior, esta é a sub-região com melhor exposição solar das três, recebendo mais de 2700 horas de sol por ano (Almeida, 2006).

Outra forma de comparar as diferentes regiões vitivinícolas é utilizando a classificação climática de Köppen-Geiger (Jones, 2015). Nesta classificação a região do Douro possui uma classificação de “Csa” que corresponde a um clima temperado, com verão quente e seco (Precipitação mínima verão < Precipitação mínima inverno, Precipitação mínima verão < 40 mm) (IPMA, 2017; Kottek, *et al.*, 2006). No entanto, e apesar de esta classificação fornecer uma generalização do clima da região, não fornece detalhes específicos sobre parâmetros climáticos, podendo a sua utilização em viticultura ser limitada (Jones, 2015).

No que diz respeito à classificação climática da área onde a Quinta da Cabreira se encontra, segundo Thornthwaite, é caracterizado por um clima semiárido, mesotérmico, com moderado excesso de água no Inverno e pequena ou nula concentração de eficiência térmica na estação quente (Magalhães, 2008).

3.1.4 Rega gota-a-gota

O método de irrigação gota-a-gota é o modo mais amplamente recomendado tanto na vinha como noutras culturas, não só devido ao seu custo, à capacidade de economizar água e à precisão da sua gestão (Carbonneau, *et al.*, 2007).

Toda a área da Quinta da Cabreira é regada, estando instalados tubos de 16 mm e 20 mm nas linhas, com um comprimento superior a 120 metros. Nestes tubos, estão incorporados no interior gotejadores com uma distância entre si de 1 metro, que corresponde à distância entre videiras. Desta forma, cada planta possui um gotejador, com débito de 2 litros/hora. As dotações de rega nesta Quinta ocorrem a cada quinze dias com a mesma duração da rega realizada na casta que foi estudada (Touriga Franca).

No ensaio realizado, foram efetuadas algumas alterações no sistema, dependendo da quantidade de água que se pretendia fornecer a cada tratamento. Assim, no caso do tratamento R₂₅, foi utilizado um gotejador com aporte de 2 litros de água por hora, enquanto no tratamento R₅₀, a dotação foi de 4 litros por hora. No caso de R₇₅, foram utilizados dois gotejadores em lados opostos de cada planta, um que fornecia 2 litros de água/hora e outro com dotação de 4 litros de água por hora, perfazendo um total de fornecimento de água a cada hora de 6 litros. Esta forma de dois gotejadores foi encontrada, uma vez que não se conseguiu encontrar no mercado gotejadores que possuíssem um débito de 6 litros. Nos locais que não sofreram qualquer tipo de rega (R₀), o tubo não era perfurado. Os gotejadores diferem na zona de estudo em relação ao resto da quinta, uma vez que não são incorporados no tubo de rega, sendo exteriores.

A rega é controlada por um programador automático que vai começar a rega conforme a hora estipulada, terminando ao fim do número de horas predefinido (tabela 4). Ao longo do ensaio foram realizadas um total de 6 regas, realizadas sempre durante a noite de forma a permitir que ocorresse uma melhor absorção de água no solo e menor evapotranspiração. A rega foi iniciada no mês de junho, sendo que foi iniciada de acordo com a leitura dos dados fornecidos pela sonda no solo, os valores de Ψ_b (quando os valores deste parâmetro baixaram de - 0,40 MPa) assim como com base na experiência da empresa de anos anteriores (tabela 4). A equação utilizada para o cálculo do tempo de rega, de Penman-Monteith que utiliza vários parâmetros climáticos para determinar a evapotranspiração de referência (Allen, *et al.*, 1998). Permite desta forma determinar o tempo de rega através de parâmetros como a ET₀ real, precipitação e o compasso de plantação.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 4: Data de rega e respetiva duração.

Dia de rega	Duração
8 Junho 2017	7 horas 5 minutos
23 Junho 2017	8 horas 46 minutos
7 Julho 2017	7 horas 41 minutos
21 julho 2017	9 horas 23 minutos
9 Agosto 2017	9 horas 9 minutos
18 Agosto 2017	8 horas 43 minutos

3.2 Metodologia

3.2.1 Carga deixada à poda

Em relação ao número de olhos deixados à poda pelos podadores é de dois olhos por talão. O número de talões em cada videira vai variar dependendo do vigor desta nos anos anteriores, no entanto, o número médio é de cinco talões por videira. Esta decisão vai ser tomada pelo podador no momento em que se realiza a poda.

A poda é realizada normalmente por pessoal especializado nesta operação e dá-se preferência aos talões mais próximos da estrutura permanente, evitando o alongamento da cepa e os que estão o mais verticalmente possível, de forma a evitar danos aquando da passagem de máquinas.

3.2.2 Registo dos Estados fenológicos

Ao longo de todo o ensaio foram realizados registos fenológicos de forma a estabelecer o ciclo biológico das videiras dos tratamentos (figura 12).

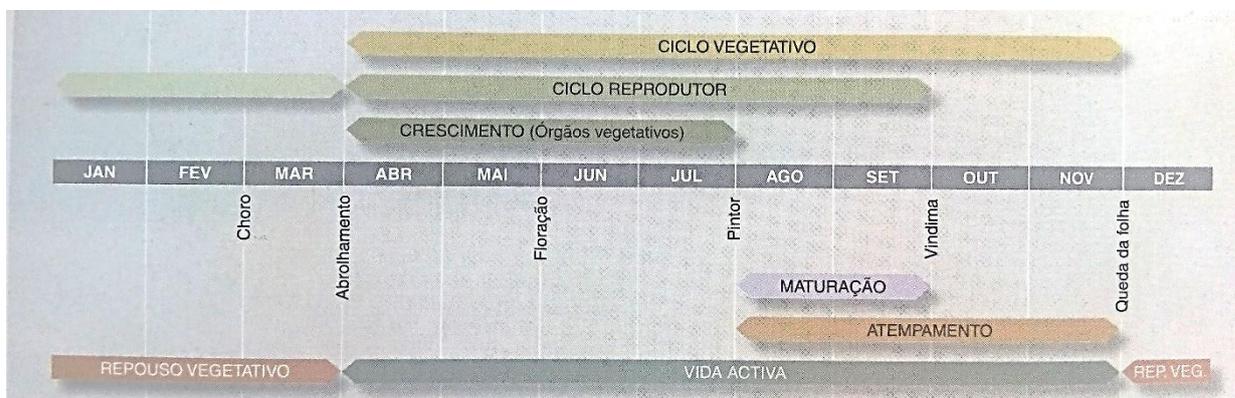


Figura 12: Ciclo anual da videira (Magalhães, 2008).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Este registo foi baseado na escala alfabética de Baggiolini (1952), uma das mais utilizadas, apesar de haver outras escalas, como a escala numérica de Eichhorn e Lorenz (1977) (tabela 5).

Tabela 5: Estados fenológicos com respetivas escalas de Baggiolini (1952) e de Eichhorn & Lorenz (1977) (EPPO/OEPP, 1984).

Baggiolini (1952)	Estado Fenológico	Eichhorn e Lorenz (1977)
A	Gomo de Inverno	01
B	Gomo de Algodão	02 – 03
C	Ponta Verde	05
D	Saída das Folhas	06 – 07
E	2 a 3 Folhas Separadas	09
F	Cachos Visíveis	12
G	Cachos Separados	15
H	Botões Florais Separados	17
I	Floração	19 – 26
J	Alimpa (Vingamento)	27
K	Bago Ervilha	31
L	Cacho Fechado	32 – 33
M	Pintor	34 – 37
N	Cacho Maduro	38 – 39
O	Atempamento	41
P	Queda da Folha	43 - 47

Das 20 videiras de cada tratamento foram selecionadas as 10 que estavam no centro para acompanhar o estado fenológico (MAMAOT, 2014), dando especial atenção a estados como a floração, o pintor e o amadurecimento dos cachos, sendo que cada estado foi considerado quando pelo menos 50% da planta apresentava características de cada estado fenológico.

Os registos fenológicos segundo Baggiolini permitem a identificação dos diferentes estados de desenvolvimento da planta e que serão identificados por letras de “A” a “P”.

3.2.3 Determinações realizadas

3.2.3.1 Índices de Fertilidade

De forma a realizar o cálculo da taxa de abrolhamento e do índice de fertilidade potencial, foram recolhidos dados para a sua quantificação, nomeadamente o número de olhos deixados à poda, o número de olhos abrolhados, assim como a número de inflorescências. No que respeita ao número de olhos deixados à poda, estes são

geralmente dois olhos por talão, sendo que em média cada videira possui cinco talões e, portanto, o número médio de olhos por videira é de cerca dez olhos. Os dados foram recolhidos no dia 20 de abril, no estado fenológico H (Botões florais separados). Com base nesses dados foi possível o cálculo da taxa de abrolhamento (TA), assim como o Índice de Fertilidade Potencial (IFP) segundo as fórmulas seguidamente apresentadas.

- i. Taxa de Abrolhamento (TA):

$$\text{Taxa de Abrolhamento (TA)} = \frac{\text{Número de Olhos Abrolhados}}{\text{Número de Olhos Deixados à Poda}} \times 100$$

- ii. Índice de Fertilidade Potencial (IFP):

$$\text{Índice de Fertilidade Potencial (IFP)} = \frac{\text{Número de Inflorescências}}{\text{Número de Olhos Abrolhados}}$$

3.2.3.2 Estimativa da Área Foliar

O modelo para a estimação da área foliar foi desenvolvido por Lopes & Pinto (2005). Esta medição é baseada numa técnica não destrutiva permitindo fazer uma estimativa da dimensão da área foliar principal e da área foliar das netas de uma forma mais económica, assertiva e simples. Desta forma e devido às vantagens deste método, torna-se uma ferramenta de eleição para o viticultor, permitindo acompanhar a evolução da área foliar das videiras com maior frequência (Lopes & Pinto, 2005).

Para a obtenção dos dados de forma a calcular a área foliar, foram selecionadas duas videiras em cada tratamento e dessas videiras selecionou-se um pânpano de dimensão média que foi devidamente marcado (figura 13), para que os dados obtidos durante o ensaio fossem sempre do mesmo material vegetativo. Os critérios para a escolha das videiras e dos sarmentos foram a uniformidade em relação às outras plantas em relação ao potencial vegetativo, assim como a média de pânpanos na videira escolhida. Assim, foram observadas as videiras e comparadas em termos de número de olhos abrolhados, evitando aquelas que tinham número de olhos elevados ou que apresentassem um elevado ou reduzido vigor em relação às restantes.



Figura 13: Aspeto de videira marcada para medição da área foliar.

Depois de escolhidas as duas videiras que seriam representativas, os dados foram recolhidos em 4 datas diferentes (tabela 6). O primeiro registo da área foliar realizou-se no dia 16 de Maio de 2017, aquando se observava os estados de alimpa e em alguns casos de bago de chumbo nas plantas (Estados fenológicos J e K respetivamente, segundo Baggiolini) (figura 14).



Figura 14: Bago de chumbo aquando da primeira medição da área foliar.

Para o cálculo da área foliar registou-se o número de folhas principais (NFP), o comprimento das nervuras laterais esquerda (L2E) e direita (L2D) da maior folha do pâmpano e da folha menor (L2e e L2d) (figura 15); o número de folhas das netas (NFN) e o comprimento das nervuras laterais esquerda e direita da folha maior e da folha menor das netas.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

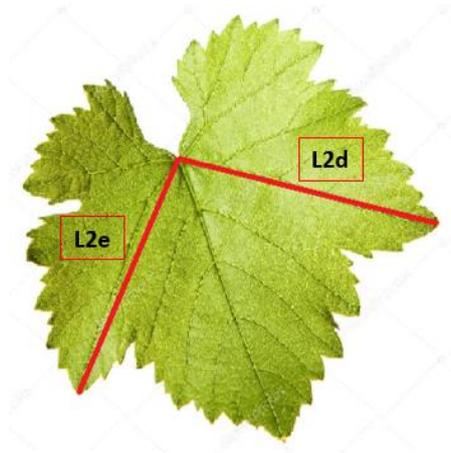


Figura 15: Ilustração da medição da área foliar no campo, nas folhas principais e nas netas.

A área foliar das folhas principais e das netas foi calculada segundo o método desenvolvido por Lopes & Pinto (2005), desta forma obtém-se a área foliar do sarmento.

$$\text{Área Foliar do Sarmento} = AF \text{ sarmento principal} + AF \text{ netas}$$

Para o cálculo da área foliar da videira, usou-se a seguinte equação desenvolvida também pelos autores anteriormente referidos:

$$\text{Área Foliar da Videira} = AF \text{ sarmento} \times \text{Número de Sarmentos}$$

Uma vez que se procedeu à despona na parcela para o controlo do crescimento vegetativo, isto fez com que a dimensão da área foliar ficasse comprometida. Assim, os resultados obtidos permitiram determinar se houve diminuição ou não da área foliar nos tratamentos em que houve maior *stress* hídrico em detrimento de se determinar se os tratamentos com menor *stress* resultaram num maior crescimento vegetativo (Pinto, 2015).

Tabela 6: Datas de medição da área foliar e respetivo estado fenológico em que se encontravam as videiras e escala de Baggiolini correspondente.

Data	Estado Fenológico	Escala Baggiolini
16 maio 2017	Alimpa e bago de ervilha	J e K
7 junho 2017	Fecho dos cachos	L
20 julho 2017	Maturação	N
9 setembro 2017	Vindima	N

3.2.3.3 Densidade do Coberto Vegetal

De forma a determinar a densidade do coberto vegetal, foi aplicado o método “Point Quadrat” descrito por Smart & Robinson (1991). Este método é realizado através da inserção de um ponteiro rígido na horizontal e perpendicularmente à vegetação e que deverá ser realizado de forma aleatória em intervalos regulares pré-determinados, de acordo com o número de inserções desejadas (Queiroz, 2002). O ponteiro ao passar do exterior para o interior da vegetação, tal como um feixe de luz, este contacto com parte da vegetação ou dos cachos vai estar relacionado com a exposição à luz solar. Usando esse método é portanto possível determinar a proporção de folhas e perceber se são exteriores ou interiores na canópia (Smart & Robinson, 1991).

No caso do presente trabalho, o contacto foi realizado em dois níveis diferentes nomeadamente ao nível dos cachos e ao nível médio da vegetação e em dois locais paralelos da mesma planta, em duas videiras de cada tratamento. Esta medição foi realizada em dois dias diferentes nomeadamente a 6 de julho, após o pintor, e a 9 de setembro, já próximo da vindima.

Aquando da inserção da barra na vegetação era verificado e anotados quando eram observados contactos com folhas (F) com cachos (C) ou quando não ocorria qualquer contacto (O). Através deste método foi possível calcular:

- i. Número de Camadas de Folhas (NCF):

$$\text{Número de Camadas de Folhas (NCF)} = \frac{\text{Número Total de Folhas Intercetadas}}{\text{Número de Inserções}}$$

- ii. Percentagem de Folhas Interiores (PFI):

$$\text{Percentagem de Folhas Interiores (PFI)} = \frac{\text{Número Total de Folhas Interiores}}{\text{Número de Total de Folhas Intercetadas}} \times 100$$

- iii. Percentagem de Cachos Interiores (PCI):

$$\text{Percentagem de Cachos Interiores (PCI)} = \frac{\text{Número Total de Cachos Interiores}}{\text{Número de Total de Cachos}} \times 100$$

- iv. Percentagem de Buracos na canópia (PB)

$$\text{Percentagem de Buracos (PB)} = \frac{\text{Número Total de Buracos}}{\text{Número de Total de Inserções}} \times 100$$

A redução da densidade do coberto vegetal permite o aumento da Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) que penetra no interior do coberto, mais precisamente na zona dos cachos. A assimilação fotossintética no interior do coberto pode ser

importante em regiões que tenham clima tipicamente mediterrânico e onde a elevada temperatura das folhas expostas e o *stress* hídrico poderão levar a uma redução bastante significativa da sua taxa fotossintética (Botelho, *et al.*, 2012). Esta medição foi realizada na altura de pintor/maturação, assim como à colheita dos cachos (tabela 7).

3.2.3.4 Superfície Foliar Exposta

A superfície foliar exposta na vinha é uma medida muito importante na medida em que, quanto maior a energia solar que é intercetada pela canópia, maior é produção de biomassa e o potencial de rendimento (Keller, 2015). A geometria da planta determina portanto a distribuição espacial dos órgãos aéreos da cepa, afetando também a atividade fotossintética e o comportamento estomático das folhas (Baeza, *et al.*, 1999), alterando ainda a temperatura e o estado hídrico desta, tendo por fim impacto na composição dos bagos, pois ao modificar-se o microclima da planta, serão afetados os processos de maturação dos cachos (Lloreda, *et al.*, 2010). Esta medida, para canópias completamente desenvolvidas pode variar entre 30 a 85% da área total foliar, dependendo da forma de condução e do espaçamento entre linhas (Smart & Smith, 1988).

O objetivo da medição das dimensões da sebe para o cálculo da Superfície Foliar Exposta, correspondeu inicialmente ao conceito de Superfície Externa do Coberto Vegetal, descrito por Murisier (1985) e Murisier & Zufferey (1977), ou ao de Área Superficial da Vegetação Exposta (Smart & Robinson, 1991), e uma simplificação (por não ser considerada a zona de sombra no interior da vegetação) da Superfície Foliar Exposta, descrita por Carbonneau (1995).

Para avaliar a dimensão da sebe, foram medidos vários parâmetros, nomeadamente a altura total da sebe (Ht), a altura do solo à base da vegetação (Hs), largura da sebe ao nível dos cachos (Lc) e a largura no topo da vegetação (Lt). Foi calculada a largura média da sebe (Ls) e a altura da vegetação (Hv), através das seguintes fórmulas:

$$\text{Largura média da sebe (Ls)} = (Lt + Lb)/2$$

$$\text{Altura da vegetação (Hv)} = Ht - Hs$$

Para o cálculo da Superfície Foliar Exposta (SFE), foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$SFE (m^2/ha) = P_{exp} \times (10.000/E)$$

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

$$P_{exp} = 2 \times (Hv + Hs)$$

Onde E representa a distância na entrelinha em metros e P_{exp} o perímetro exposto da sebe.

Esta medição foi realizada em dois momentos diferentes, nomeadamente aquando do pintor/ maturação dos cachos e na altura da colheita destes (tabela 7).

Tabela 7: Datas de recolha de medições para cálculo do Point Quadrat e SFE, estado fenológico em que se encontravam as videiras e escala de Baggiolini.

Data	Estado Fenológico	Escala de Baggiolini
6 julho 2017	Pintor e Maturação	M e N
9 setembro 2017	Vindima	N

3.2.4 Cálculo da evapotranspiração e das necessidades de rega na vinha

Tal como referido anteriormente, o cálculo da evapotranspiração é feito pela seguinte fórmula: $ET_c = K_c \times ET_0$. Nesta fórmula, ET_c diz respeito à evapotranspiração da planta, ET_0 representa a evapotranspiração de referência, ou seja a evapotranspiração de uma cultura padrão, que não tenha *stress* hídrico, nomeadamente, hipoteticamente a relva e K_c diz respeito ao coeficiente da cultura (Allen, *et al.*, 1998).

No caso deste ensaio, os valores de evapotranspiração da planta (ET_0) foram recolhidos a partir da estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira. Com base nos dados analisados destas estações a rega foi iniciada no início do mês de junho, prolongando-se ao longo dos meses de julho e agosto e terminando quinze dias antes do início da vindima.

Tendo em consideração os meses em que ocorreria rega da vinha e as suas características, foi escolhida a utilização de um K_c de 0,8, de acordo com a tabela 8, assim como os valores descritos por Prichard & Verdegai, (2004), para as vinhas da Califórnia (tabela 9).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 8: Tabela FAO por K_c para vinha (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela.

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Vinhas adultas cultivadas em zonas com geadas fortes; primeiras folhas no início de Maio; vindima em meados de Setembro; cobertura do solo 40 – 50% a meia estação.											
-	-	-	-	0,45 - 0,5	0,65 - 0,75	0,75 - 0,9	0,8 – 0,95	0,75 - 0,9	0,6 – 0,75	-	-
Vinhas adultas cultivadas em zonas com geadas ligeiras; primeiras folhas no início de Abril; vindima em fim de Agosto – início de Setembro; cobertura do solo 30 – 35% a meia estação.											
-	-	-	0,45 - 0,5	0,55 - 0,65	0,6 – 0,75	0,6 – 0,75	0,6 – 0,75	0,6 – 0,75	0,5 – 0,65	0,35 - 0,4	-
Vinhas adultas cultivadas em zonas quentes e secas com Inverno ameno; primeiras folhas no fim de Fevereiro; vindima em fim de Julho; cobertura do solo 30 – 35% a meia estação.											
-	-	0,25	0,45	0,6 – 0,65	0,7 – 0,75	0,7 – 0,75	0,65 - 0,7	0,55	0,45	0,35	-

Tabela 9: Tabela de K_c segundo Terry Prichard e Paul Verdegal para a Califórnia (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela.

Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
0,11	0,26- 0,39	0,51- 0,61	0,69- 0,75	0,8- 0,84	0,84- 0,86	0,76- 0,81	0,61- 0,69	0,52

Para calcular as necessidades de rega foram utilizados tanto os dados de precipitação como os dados de evapotranspiração, recolhidos ao longo do tempo pela estação meteorológica existente na Quinta. A estação é fabricada pela PESSL Instruments, e o modelo é o iMetos®. Esta estação possui diversos sensores que vão monitorizar vários fatores ambientais, tais como a radiação solar, a humidade relativa, a temperatura do ar, a precipitação, a velocidade do vento e a evapotranspiração de referência. Os dados são continuamente atualizados e armazenados *online* numa base de dados.

De forma a determinar a quantidade de água que seria necessário aplicar, foi utilizada a fórmula: $Rega = ET_0 \times \% \text{ Evapotranspiração}$, onde ET_0 representa soma da evapotranspiração de base dos catorze dias anteriores à data de rega e a $\% \text{ Evapotranspiração}$ apresenta a variação da evapotranspiração de acordo com os diferentes tratamentos, ou seja 0,25 em R_{25} , 0,5 em R_{50} ou 0,75 em R_{75} .

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

O número de horas de rega será definido em relação à quantidade de água a fornecer e o débito do gotejador, de acordo com a seguinte equação:

$$N^{\circ} \text{ de horas de rega} = \frac{\text{Litros de água a fornecer}}{\text{Débito do gotejador}}$$

3.2.5 Medições da atividade fisiológica

3.2.5.1 Potencial Hídrico Foliar

A medição do potencial hídrico foliar (Ψ) foi realizada com recurso a uma câmara de pressão de acordo com a metodologia descrita por Scholander (1965) (figura 16).

A utilização desta câmara de pressão envolve em primeiro lugar a seleção de uma folha adulta, sã e exposta à radiação solar direta, de preferência recolhida do terço médio da planta. De seguida coloca-se o limbo da folha num saco de plástico para evitar a transpiração e proteger a amostra da transpiração excessiva devido à pressurização e aquecimento de débito na câmara. A folha é, portanto, separada da restante planta com um corte único no pecíolo com recurso a um bisturi ou faca afiada e de modo a que a área que se irá observar seja o mais larga e homogénea possível. A folha é rapidamente inserida na câmara deixando-se uma pequena porção do pecíolo no exterior da câmara (figura 16). Esta é encerrada hermeticamente e a pressão é aumentada lentamente com um doseador injetando-se gás inerte (azoto). O ponto de referência é a pressão em que o fluxo xilémico alcança o extremo cortado, tornando-se esta parte húmida (mas sem formar exsudado), este é observado com recurso a uma lupa, sendo que é neste ponto que se atinge o equilíbrio com as forças de retenção de



Figura 16: Aspeto da câmara de Scholander com botija de gás acoplada e colocação do pecíolo na válvula da câmara de Scholander.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

água na folha e a pressão do gás. Nesta fase, a entrada de gás na câmara é interrompida e o valor de pressão marcado no manómetro é registado. Este valor é expresso em Bars e apresenta-se como um valor negativo, caracterizando as forças de retenção de água.

Em cada tratamento foi recolhida uma folha de cada modalidade e bloco, e uma de cada bardo perfazendo um total de 24 folhas. Estas medições foram realizadas antes de amanhecer, quando os estomas ainda não se encontravam abertos, para o cálculo do potencial hídrico de base (ψ_b), a meio da manhã, a meio da tarde (para determinar o potencial hídrico foliar mínimo (ψ_{min})) e ao fim da tarde. Após o início da rega, as medições de ψ_b foram realizadas sempre na madrugada anterior à rega, a cada quinze dias.

As medições foram sempre efetuadas na vinha e na zona central de cada patamar de forma a evitar que entre o corte da folha e a medição propriamente dita não houvesse alterações do estado hídrico da folha. Estas medições tiveram como objetivos tanto o controlo da quantidade de água disponível em cada tratamento em diferentes fases do ciclo da videira, como a recolha de dados para a realização de uma curva de potencial hídrico ao longo do dia. No primeiro caso, as medições foram as realizadas antes do amanhecer e no segundo caso, não só estas, mas também as restantes ao longo do dia.

A primeira medição foi realizada antes do amanhecer (Potencial Hídrico de Base), no dia 25 de maio de 2017, uma vez que a sonda do solo registava já nesta altura valores do teor de humidade bastante baixos (figura 17).

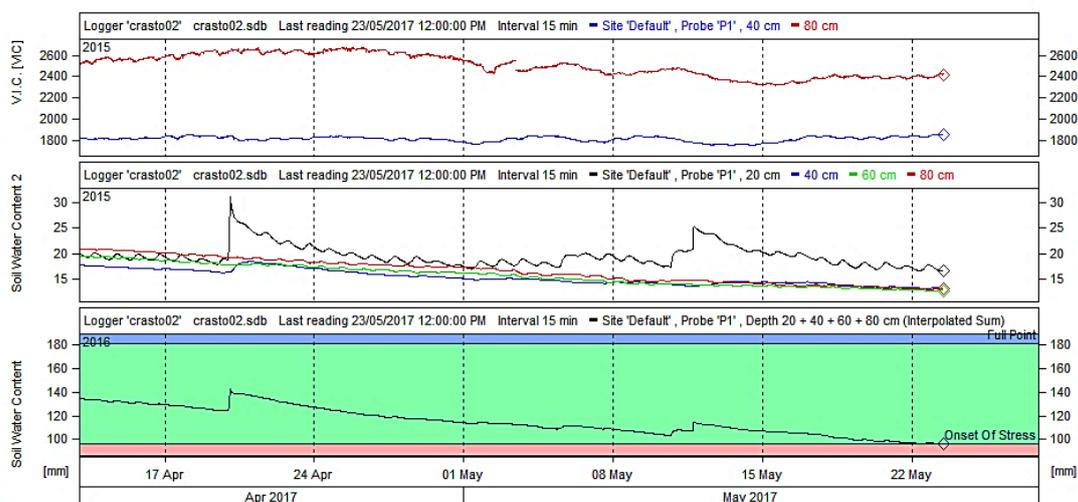


Figura 17: Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela de Touriga Franca em estudo, onde se verificam valores baixos de humidade (Soil Water Content) a partir do dia 15 de Maio e no dia 23 de Maio, já no limite de stress hídrico (Onset of Stress).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Apesar de os valores registados pela câmara de pressão de Scholander apresentarem um valor médio de cerca de -0,35 MPa; a rega não foi iniciada nos dias procedentes, uma vez que choveu e observou-se ainda o estado vegetativo da planta.

Pelas razões anteriormente mencionadas, a rega foi iniciada no dia 8 de junho, tal como demonstra a sonda do solo (figura 18). Neste dia e por se terem realizado testes para verificar o funcionamento dos tubos de rega, registaram-se dois picos de rega, uma vez que se fez uma hora de rega mais as cerca de 6 horas e 5 minutos que perfazem o total de horas de rega desse dia.

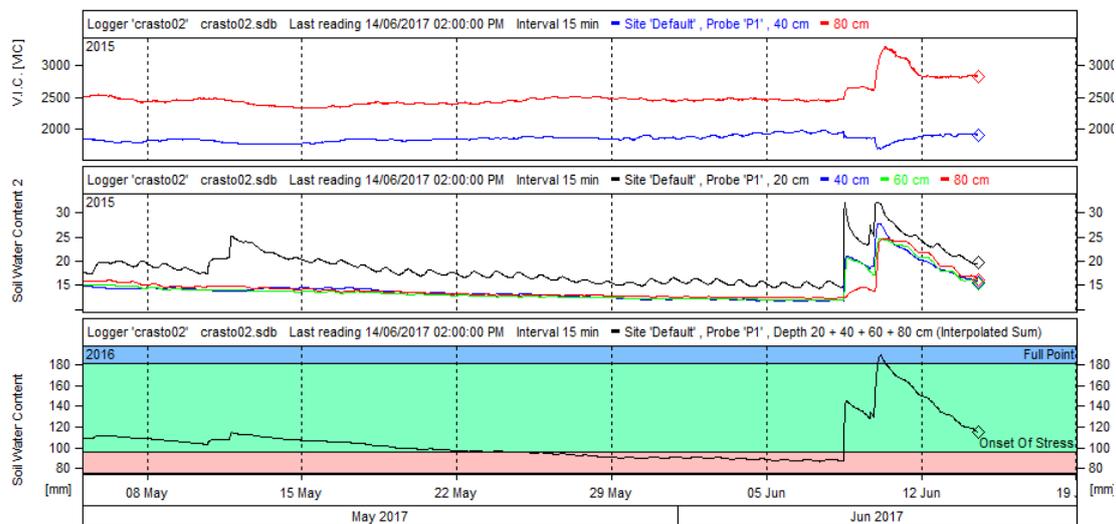


Figura 18: Conteúdo de água no solo e os dois picos de rega, correspondentes à primeira rega realizada na Quinta da Cabreira, ou seja, de dia 6 para 7 de julho. Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela.

Para além do Potencial Hídrico de Base (Ψ_b), foi ainda medido em seis dias diferentes, o Potencial Hídrico Diário (Ψ_f). Este Potencial foi medido ao longo do dia, mais precisamente às 4h da madrugada, ou seja, antes de amanhecer, às 10h, às 14h e às 17h30. As primeiras medições foram feitas no mesmo dia, logo após a rega ou quando os gotejadores ainda estavam a irrigar, tal como acontecia na medição da madrugada. Desta forma, e para verificar se havia diferenças no Potencial Hídrico de Base, esta medição foi feita na madrugada do dia a seguir à rega, como aconteceu nas duas últimas medições, ou seja, dia 5 de agosto e dia 19 de agosto, uma vez que se verificava ainda algum nível de *stress* nas videiras enquanto estavam a ser irrigadas. Por outro lado, a primeira medição realizada a 7 de julho e devido a avaria do equipamento só foi feita às 4 horas e às 10 horas da manhã, tendo de seguida sido interrompido (tabela 10).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 10: Datas e horas de medição do Potencial Hídrico Foliar Diário.

Data	Horas da medição
7 julho 2017	4h; 10h
21 julho 2017	4h; 10h; 14h; 17h30min
4 agosto 2017	10h; 14h; 17h30min
5 agosto 2017	4h
18 agosto 2017	10h; 14h; 17h30min
19 agosto 2017	4h

3.2.5.2 Trocas gasosas ao nível dos estomas

As trocas gasosas ao nível do estoma foram controladas através do dispositivo IRGA (Infrared Gas Analyzer), modelo LCA – 4 (Analytical Development Company). Este dispositivo é constituído por um leitor de CO₂ por infravermelhos, uma unidade de fornecimento de ar com um medidor de fluxo e um exsicador, uma câmara de Parkinson onde é inserida uma porção da folha (PLC-B) (figura 19) e uma unidade de armazenamento e tratamento de dados (DL-4) (figura 19). A câmara de Parkinson tem incorporados dois sensores de forma a permitirem a medição da temperatura do ar e da temperatura da folha, assim como um sensor PAR (Photosynthetically Active Radiation), na parte superior. O medidor de CO₂ opera em circuito aberto e em modo diferencial de tempo e, desta forma, é capaz de analisar alternadamente o ar captado da atmosfera, sendo, portanto, necessário a utilização tanto de uma vara com altura de 3 metros, assim como o ar proveniente da câmara foliar de Parkinson (PLC-B), onde foi introduzida a folha a analisar.



Figura 19: Aspeto da unidade de tratamento dos dados e da câmara de Parkinson que constituem o dispositivo IRGA.

Desta forma, foi possível obter os valores da temperatura do ar ($T_{chamber}$) e da folha (T_{leaf}), da fotossíntese líquida (A), da taxa de transpiração (E) e da condutância estomática (g_s).

As medições foram realizadas nas diferentes modalidades de rega e no bardo exterior, nos mesmos dias e nas mesmas horas aquando da medição do Potencial Hídrico Foliar Diário, ou seja, às 10 horas, 14 horas e 17:30 horas, aproximadamente.

Foi escolhida uma folha do terço superior de um sarmento que contivesse cachos e que estivesse a receber luz direta do sol. Para cada medição a câmara foi colocada na folha que se pretendia medir, respeitando a posição desta, durante 1 a 2 minutos, até o resultado estabilizar. Quando a estabilização demorava mais que o tempo normal, era realizada uma nova medição noutra local da mesma folha. Se ainda assim, não ocorresse estabilização, era escolhida uma nova folha que tivesse características e posição semelhantes.

Procedeu-se ao cálculo da Eficiência do Uso de Água (WUE), através da seguinte fórmula:

$$WUE = \frac{\text{Fotossíntese Líquida (A)}}{\text{Taxa de Transpiração (E)}}$$

Esta medição permite determinar se existem diferenças entre modalidades em termos de disponibilidade de água no solo e, desta forma, se irão desencadear mecanismos fisiológicos diferentes, levando portanto a uma maior ou menor conservação de reservas hídricas na videira (Medrano, et al., 2015). Esta medição poderá portanto fornecer informação sobre qual a modalidade com melhor rácio custo-benefício.

3.2.6 Evolução da maturação e qualidade da vindima

A maturação dos bagos começou a ser controlada a partir de dia 3 de agosto de 2017, prolongando-se até à data da vindima. A primeira amostragem foi realizada com um total de cerca de 360 bagos, tendo sido colhidos 30 bagos por modalidade, em cada bloco, perfazendo um total de 90 bagos por modalidade. Em cada bloco foram retirados 15 bagos do bardo exterior e 15 bagos do interior, tendo sido armazenados no mesmo saco. Nesta medição não houve distinção entre bardos nem entre blocos, de forma a serem obtidos dados acerca de cada modalidade de rega, obtendo-se, portanto, um total de 4 amostras (4 modalidades).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Na segunda amostragem, realizada no dia 17 de agosto, foram recolhidos o dobro de bagos do que na recolha anterior, de forma a ter uma quantidade de amostra aceitável, caso ocorresse algum imprevisto durante a análise e fosse necessário a sua repetição. Assim, foram recolhidos cerca de 720 bagos, 180 de cada modalidade (figura 20).



Figura 20: Aspeto das caixas de recolha dos bagos de cada modalidade realizada no dia 17 de agosto.

Nestas amostragens foi determinado o peso da amostra (g), o peso médio do bago (g), a percentagem de álcool provável, o pH, a acidez total (g/L), o teor em antocianinas (mg/l), em polifenóis (mg/L) e em ácido málico (g/L).

No dia da colheita dos cachos, foi realizada uma colheita de amostras para caracterização qualitativa da vindima. Desta forma foram colhidos 100 bagos por modalidade e por bloco, havendo neste caso separação das amostras por bardo (interior e exterior) e por bloco, perfazendo um total de 24 amostras, ou seja, 8 amostras por bloco, 4 modalidades em cada bardo e recolhas nos 3 blocos. Nesta última amostragem foi determinado o peso da amostra, o peso médio do bago, a % de álcool provável, o pH e a acidez total (g/L), o teor em antocianinas (mg/L), em polifenóis (mg/L) e em ácido málico (g/L).

A vindima foi marcada de acordo com os resultados das amostragens realizadas e das condições atmosféricas. Durante a colheita foi registado o número de cachos e o seu peso total, em 10 videiras de cada modalidade, ou seja nas videiras previamente selecionadas. Foram recolhidas amostras de cada modalidade de forma a se proceder à análise das amostras que foram realizadas no laboratório da Quinta do Crasto, recorrendo ao Miura One ® para leitura de antocianinas, polifenóis e ácido málico, Crison

® para a leitura do pH e acidez total (figura 21) e refratómetro para a verificação do álcool provável.

Foi assim registados os parâmetros peso dos bagos (g), o peso dos cachos (g), o peso dos cachos por videira (kg) e o volume dos bagos recolhidos em cada modalidade (mL).



Figura 21: Aspeto dos dispositivos Miura One® na imagem à esquerda e Crison® à direita, para se proceder à análise dos diferentes parâmetros qualitativos.

Foi ainda calculado o Índice de Maturação, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Maturação} = \frac{\text{Álcool Provável (\%)}}{\text{Acidez Total (g/L)}}$$

Este índice permite pois verificar se existe uma evolução entre os açúcares e a acidez.

3.3 Análise estatística dos resultados

Os dados ao longo de todo o ensaio foram registados em formato Excel e tratados numa segunda fase com recurso ao programa SPSS, versão 23.0, tendo sido submetidos a análise de variância das médias (ANOVA). Os parâmetros foram registados como não significativos, com a sigla “n.s.” e significativos com “*” para $p < 0,05$, “**” para $p < 0,01$ e “***” para $p < 0,001$. Quando a análise dos dados demonstrou

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

haver significância estatística, procedeu-se à comparação das médias através do teste da mínima diferença significativa (LSD).

Os dados do presente trabalho foram ainda comparados com os dados registados por Teixeira em 2015, assim como os dados recolhidos em 2016, onde se procedeu para além disso, ao seu tratamento em Excel e estatístico em SPSS.

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização climática da região

O vinho é o resultado de inúmeras influências que estão muitas vezes incorporadas no conceito de *terroir*. Este termo diz respeito não só a influências ambientais mas também culturais, no cultivo de uvas e na produção de vinho (Jones, 2015). Por outro lado, o estilo de vinho que é produzido numa determinada região é o resultado do clima, sendo que a variabilidade climática irá determinar as diferenças na qualidade do *vintage* (Lorenzo, *et al.*, 2013).

A caracterização climática da Quinta da Cabreira foi realizada com recurso aos dados recolhidos pela estação meteorológica existente neste local. É possível comparar a variação da temperatura e da precipitação dos últimos meses de 2016 até outubro do presente ano (2017), correspondendo ao período que vai desde o início da dormência da videira até à vindima. Pode-se verificar no gráfico da figura 22 que tal como descrito anteriormente, o clima é tipicamente mediterrânico, em que se atingiram temperaturas de 40°C no verão e valores negativo de -4°C no inverno. As temperaturas máximas foram registadas nos meses de junho, julho e agosto (40,2°C; 39,9°C e 39,3°C respetivamente), enquanto as menores temperaturas registadas verificaram-se nos meses de dezembro, janeiro e março (-0,1°C; -4°C e 0,2°C respetivamente) (figura 22).

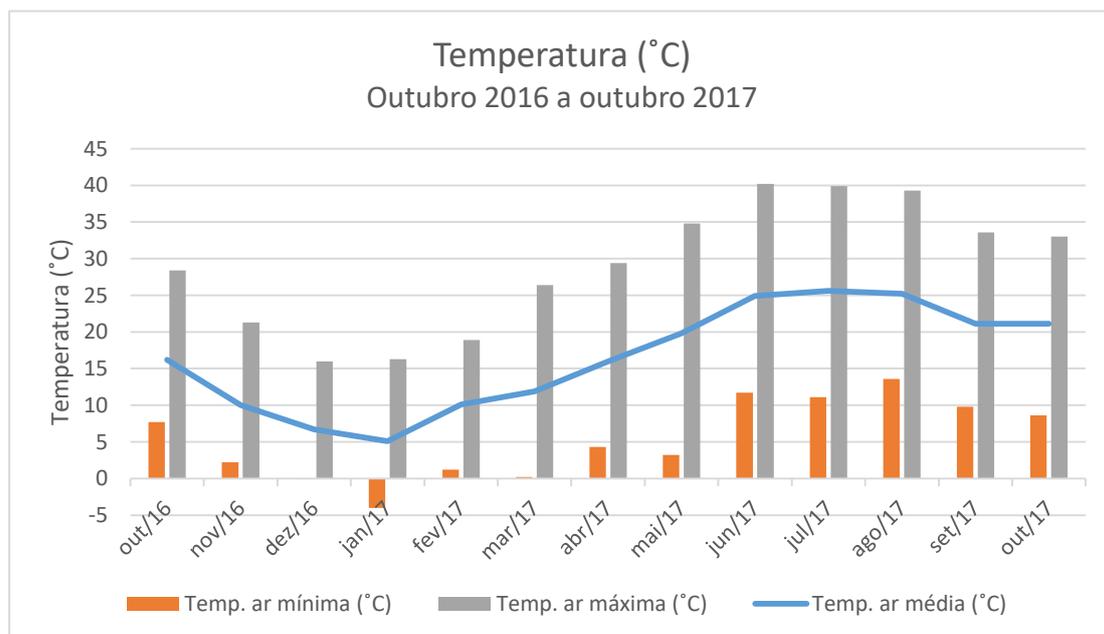


Figura 22: Temperaturas mínima, máxima e média em °C registadas nos meses de outubro de 2016 a outubro de 2017 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Na figura 23 observa-se a variação da precipitação ao longo do período de outubro de 2016 a outubro de 2017, em relação às temperaturas médias. Os valores observados são coincidentes com os de um clima tipicamente mediterrânico, com maiores valores de precipitação durante o inverno. Verifica-se ainda que os maiores valores de precipitação são registados ao longo dos meses mais frios. Durante este período de um ano verificaram-se maiores níveis de pluviosidade nos meses de outubro e novembro de 2016 e fevereiro de 2017 (92 mm; 91,2 mm e 64,6 mm respetivamente) e menores níveis nos meses de julho, setembro e outubro de 2017 (0,2 mm; 0 mm e 1,6 mm respetivamente).

Pela análise da figura 23, observa-se a evapotranspiração da cultura de referência (E_{t_0}) ao longo de um ano, de outubro de 2016 a outubro de 2017. Neste gráfico observa-se, tal como previsto, que existe uma tendência e uma relação entre esta e os parâmetros climáticos. Desta forma, observa-se que os valores de E_{t_0} são menores entre os meses de novembro de 2016 e janeiro de 2017 (0,8 mm; 0,5 mm e 0,6 mm respetivamente), quando se verificam temperaturas baixas e pluviosidade alta. Por outro lado, os valores de E_{t_0} são elevados quando as temperaturas são altas e a pluviosidade é reduzida ou nula, tal como acontece entre os meses de junho a agosto de 2017 (6,1 mm; 6,6 mm e 5,7 mm respetivamente).

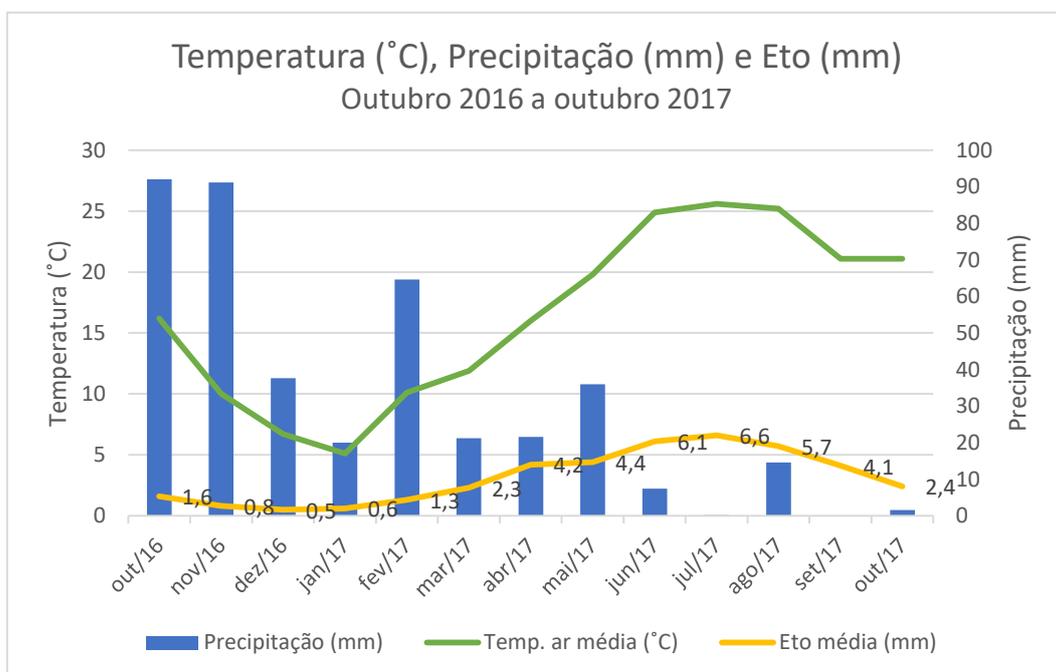


Figura 23: Temperatura média (°C), Precipitação (mm) e Evapotranspiração da cultura de referência (mm) registadas nos meses de outubro de 2016 a outubro de 2017 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

No que diz respeito à variação de temperatura e precipitação ao longo dos últimos 3 anos, pode-se verificar que apesar de a temperatura ser tendencialmente constante ao longo deste período de tempo, verifica-se menores valores de precipitação para o presente ano em comparação com os anos anteriores (figura 24).

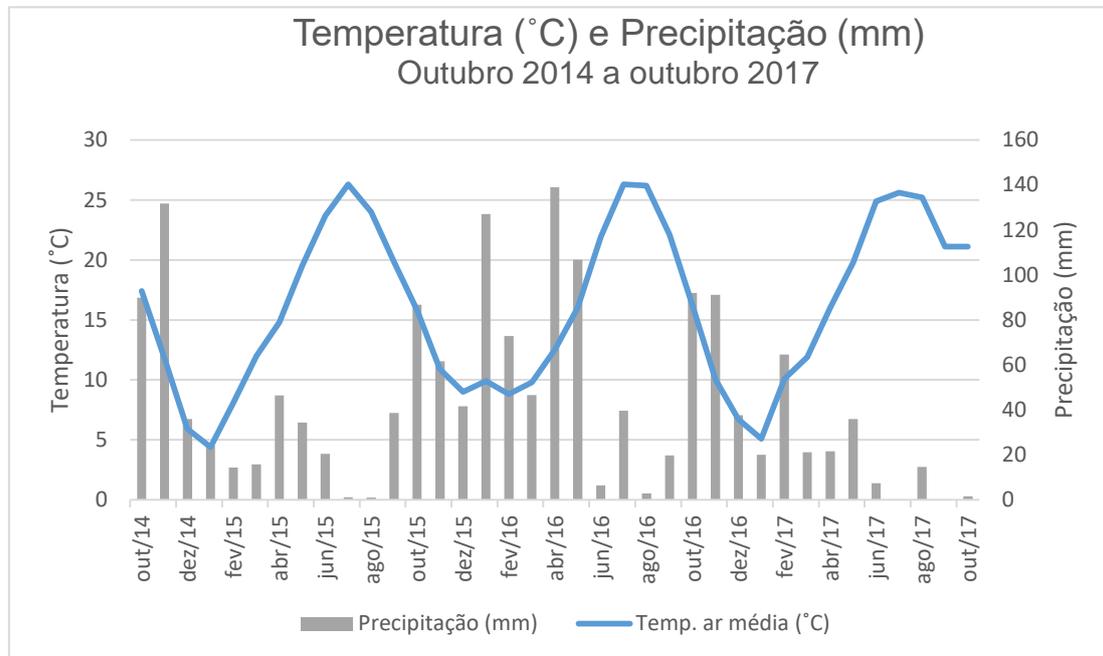


Figura 24: Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registadas na estação meteorológica da Quinta da Cabreira ao longo de 3 anos, de outubro de 2014 a outubro de 2017.

Os valores de temperatura e precipitação de outubro de 2016 a outubro de 2017 serão comparados com a Normal Climatológica mais recente, que diz respeito às décadas entre 1931 a 1960, calculados a partir dos dados climáticos registados no Vale da Vilariça, uma vez que esta é a estação que se encontra mais próxima da Quinta da Cabreira. A utilização desta Normal como termo de comparação deve-se à convenção pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em que o clima caracteriza-se por valores médios de vários elementos climáticos num período de 30 anos, ou seja um número de anos suficientemente longo para que seja admitido que representa um valor predominante no local a considerar (IPMA, 2017), é assim importante dispor de uma série temporal longa de forma a estudar e comparar as tendências e as variações do clima. Os dados da Normal Climatológica de 1931 a 1960 foram gentilmente cedidos pela Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

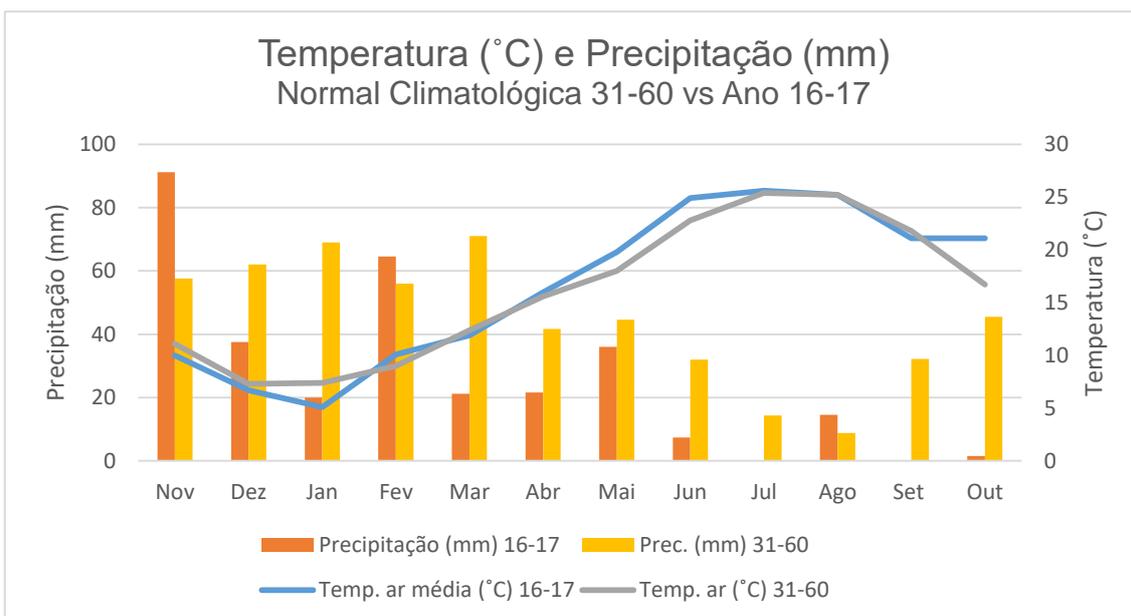


Figura 25: Temperaturas médias (°C) e Precipitação (mm) referentes à Normal Climatológica de Novembro de 1931 a 1960 em comparação com a Temperatura média (°C) e Precipitação (mm) de novembro de 2016 a Outubro de 2017.

Observando os dados da figura 25, pode-se verificar que a precipitação foi em geral mais baixa de novembro de 2016 a outubro de 2017, em comparação com a Normal Climatológica, verificando-se grandes diferenças particularmente nos meses de janeiro, março, abril, junho, julho, setembro e outubro, com valores abaixo dos 50 a 60% em relação à Normal. Desta forma, pode-se verificar que a precipitação em mais de metade do ano foi significativamente inferior em comparação com as décadas de 1931 a 1960.

Tabela 11: Total de precipitação (mm) e média de temperatura do ar (°C) de 1931 a 1960, em comparação com os meses de novembro de 2016 a outubro de 2017.

Anos	Precipitação total (mm)	Média Temp. ar (°C)
1931 - 1960	534,9	16,1
nov/16 – out/17	316,0	16,5
mar/16 – out/16	453,0	18,9
mar/17 – out/17	102,6	20,7

Como registado na figura 25 e na tabela 11, em geral a temperatura foi superior entre os meses de novembro de 2016 a outubro de 2017, em comparação com a Normal Climatológica. Já em relação à temperatura e precipitação dos meses de março a outubro (que coincidem com o ciclo vegetativo da videira), comparando os valores do ano de 2016 com do presente ano, verifica-se que durante este ano a temperatura foi ligeiramente superior, mas denota-se uma grande diferença quando se compara os

níveis de precipitação, que foram cerca de quatro vezes mais elevados no ano de 2016 em comparação com a precipitação registada no ano do presente trabalho.

Desta forma, tal como divulgado no Boletim Informativo emitido pela ADVID no presente ano de 2017, o Inverno foi em geral muito seco em relação à Normal, e as temperaturas em geral foram inferiores, particularmente entre novembro e janeiro. Também na Primavera os valores de precipitação foram menores e as temperaturas tendencialmente superiores, sendo que em maio se verificou alguma oscilação de temperatura e aguaceiros e trovoadas coincidentes com a altura da floração (Teixeira, *et al.*, 2017). Em relação ao verão, a precipitação foi bastante baixa, não havendo, no entanto, tanta discrepância em termos de temperaturas.

Devido a estes fatores, e tal como esperado, o ano vitícola de 2016/2017 foi considerado pela ADVID como um ano extremamente quente e seco.

4.2 Evolução fenológica

Tal como referido anteriormente, a escala mais utilizada da evolução dos estados fenológicos na vinha é a escala de Baggiolini. Desta forma, é possível identificar as diferentes fases de crescimento e desenvolvimento na videira, sendo um método importante nos trabalhos de investigação e na gestão de práticas culturais na vinha (Coombe, 1995).

Tabela 12: Estados fenológicos registados ao longo do ensaio.

Data	Estado Fenológico
25 maio 2017	Bago de chumbo (K)
8 junho 2017	Fecho dos cachos (L)
22 junho 2017	Pintor (M)
6 julho 2017	Pintor (M)
20 julho 2017	Maturação (N)
3 agosto 2017	Maturação (N)
17 agosto 2017	Maturação (N)
9 setembro 2017	Vindima (N)

De acordo com a Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, e devido às elevadas temperaturas e baixa precipitação que ocorreram ao longo do ano, o abrolhamento (correspondente ao estado fenológico C) teve início na primeira

quinzena de março. A floração (estado fenológico I) iniciou-se em finais de abril e prolongou-se até finais de maio e o “Pintor” (estado fenológico M) foi observado a partir de finais de junho, sendo que a vindima teve início, em geral, cerca de 3 semanas mais cedo em comparação com o observado em média na região do Douro. Ao observar a tabela 12, os estados fenológicos registados na Quinta da Cabreira estão de acordo com os descritos pela ADVID.

4.3 Componentes de fertilidade

Os dados referentes ao número de olhos, número de pâmpanos e número de cachos foram recolhidos no dia 20 de abril, ou seja cerca de um mês após o abrolhamento e quando os cachos se encontravam em alimpa e alguns no estado bago de chumbo (estados fenológicos J e K, respetivamente, segundo Baggiolini).

4.3.1 Carga deixada à poda, Número de pâmpanos e N^o de cachos

Carga à poda

A poda vai limitar não só o número mas também o alongamento dos ramos, tendo assim como objetivo regularizar a produção de frutos, na sua quantidade e qualidade e atrasar o envelhecimento da cepa (Chauvet & Reynier, 1979), desta forma, ao haver redução do número de olhos durante a poda, isto levar a uma diminuição da área foliar potencial, que é responsável pela síntese de hidratos de carbono, responsáveis pelo crescimento e pela constituição de formas de depósito (Magalhães, 2008). A carga deixada à poda influencia também o microclima do coberto vegetal e também não só o número de cachos mas também o seu peso (Castro, 2016).

Em termos de carga ideal, Smart e Robinson (1991) referem que deverá variar entre 15 a 20 olhos por metro linear. No entanto, Lopes (1994) defende que a carga ótima será a que oferece um melhor equilíbrio entre o vigor, a produção e a maturação, assim como a manutenção desse potencial ao longo do tempo de vida da videira.

O número médio de olhos deixados registados à poda no bloco 1 e 2 é idêntica (média de 10,2 sarmentos por cepa), no entanto, no bloco 3, a carga é ligeiramente inferior, ou seja, 9,6 sarmentos por videira.

Em relação ao número médio de olhos entre modalidades, uma vez que este estudo foi já realizado em anos anteriores nas mesmas videiras, não há uma grande diferença

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

entre modalidades tal como se observa na figura 26, não tendo sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre modalidades ($p > 0,05$).

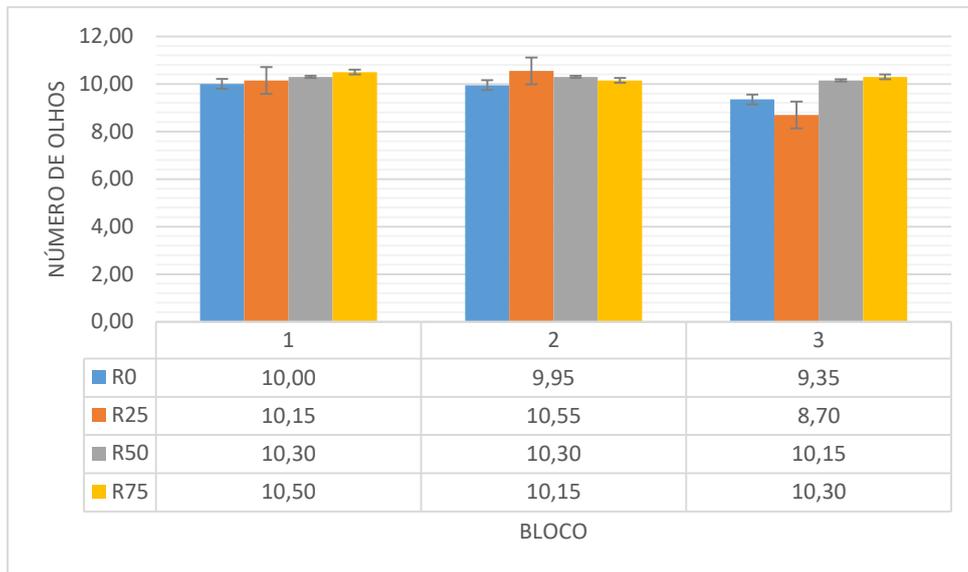


Figura 26: Número médio de olhos deixados à poda por modalidade e nos três blocos. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Comparativamente ao registado em 2016, apesar de também não terem sido registadas diferenças estatisticamente significativas entre os blocos e entre modalidades (Anexo IV, tabela 136), no presente ano registou-se uma carga ligeiramente superior nos três blocos, verificando-se, no entanto no ano anterior, valores similares no bloco 2 (Anexo IV, figura 65). Também em 2015 os valores foram inferiores aos registados em 2017 e ainda mais baixos dos registados em 2016, verificando-se, portanto, uma tendência para o aumento ao longo dos anos, registando-se, no entanto, há dois anos um valor superior no bloco 1.

Tal como este ano verifica-se ainda que em geral os valores registados em 2016 são em média superiores em R₇₅ e inferiores em R₀.

Número médio de pâmpanos por videira

No que diz respeito ao número médio de pâmpanos por videira, não existem diferenças estatisticamente evidentes entre blocos.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

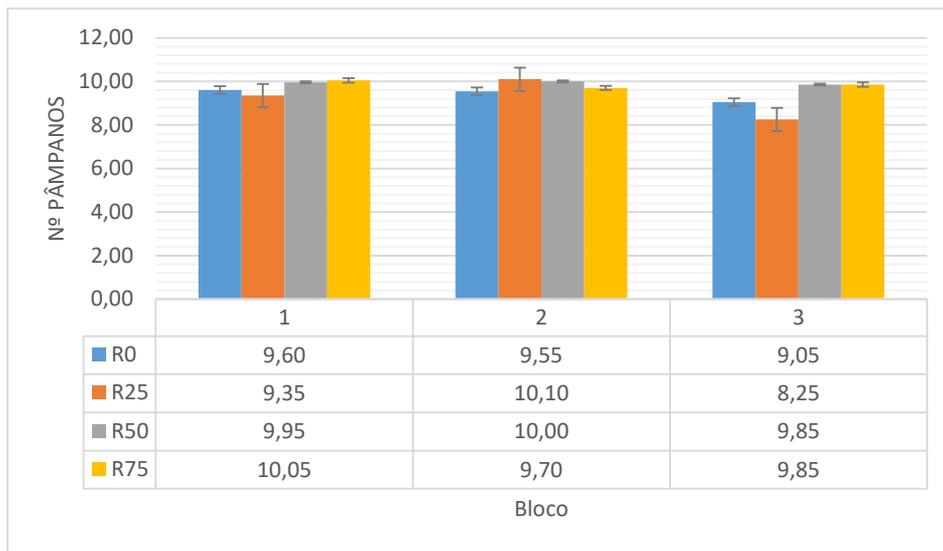


Figura 27: Número médio de pampas por videira por bloco, por modalidade. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Em relação ao número médio de pampas entre modalidades, tal como seria de esperar, não se verificaram igualmente diferenças estatisticamente significativas (figura 27).

Esta homogeneidade foi também verificada por Teixeira (2015), não apresentando também diferenças quer entre blocos e entre modalidades tal como se registou no presente ano. Pelo contrário, no ano passado, verificou-se uma certa heterogeneidade entre blocos, registando-se o valor médio mais baixo no bloco 3 e o valor mais alto no bloco 1, mas também diversidade entre as modalidades, tal como verificado no ano do presente trabalho, podendo-se ainda registar que em ambos os anos no bloco 1 o valor mais elevado foi verificado no tratamento R₇₅, no bloco 2 os valores mais elevados foram em R₂₅ e R₅₀ (Anexo IV, figura 66). Apesar disto, tal como aconteceu em 2017, no ano anterior não foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre tratamentos (Anexo IV, tabela 137).

Número médio de inflorescências

Em relação ao número médio de inflorescências, não há grande variação entre blocos, registando-se uma média de cerca de 9 cachos nos três blocos estudados.

Em relação ao ano de 2015, o número de inflorescências foi superior ao verificado em 2017 em todos os blocos.

Ao ser analisado o número médio de inflorescências entre cada modalidade, registaram-se diferenças significativas entre as modalidades, particularmente entre a

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

modalidade R₀ e R₅₀ e as modalidades R₀ e R₇₅ (tabela 13). Isto poderá significar que o défice hídrico aplicado em anos anteriores poderá estar a ter repercussões na produção de cachos no ano 2017 (figura 28).

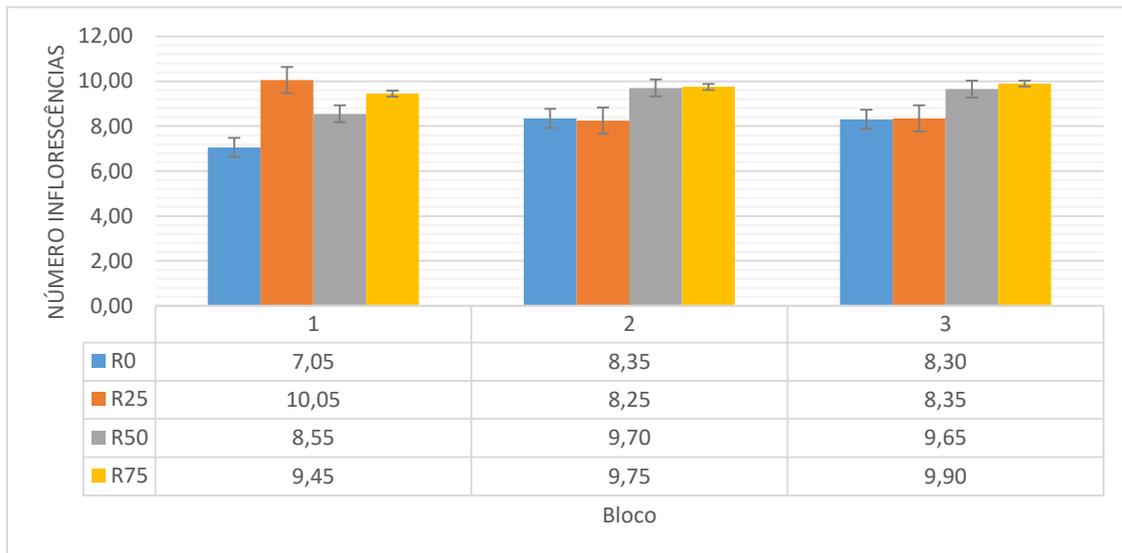


Figura 28: Número médio de inflorescências por videira por bloco, por modalidade. Registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre algumas modalidades ($p < 0,05$).

Tabela 13: Número de Inflorescências média nas quatro modalidades.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
Nº Inflorescências	7,59 a	8,51 ab	9,19 b	9,37 b	**

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). “***” – $p < 0,01$.

No ano de 2016, verificou-se que tal como o que foi verificado em 2015, este parâmetro foi superior nos três blocos, apesar de esta diferença não ser estatisticamente significativa (Anexo IV, tabela 138), observando-se, no entanto, que no ano passado foi superior no bloco 1 e 3 comparativamente ao que foi registado por Teixeira (2015). Já no que se refere à diferença entre modalidades, apresenta-se uma grande variabilidade entre os valores deste ano e do ano passado, sendo que apesar de não haver significância estatística, em 2016 no caso do bloco 2 verificou-se menor número de inflorescências em R₇₅ e maior em R₂₅, e no bloco 3 o menor valor apresentou-se em R₂₅ e o maior foi observado na testemunha R₅₀ (Anexo IV, Figura 67).

4.3.2 Taxa de Abrolhamento (TA)

O cálculo da Taxa de Abrolhamento é realizado a partir da razão entre o número de olhos abrolhados e o número de olhos deixados à poda. Esta percentagem deverá situar-se entre os 85 e os 95%, para que a planta seja considerada equilibrada, devendo ainda ocorrer um pequeno número de ladrões (Fonseca, 2010).

Nos três blocos, a taxa de abrolhamento variou entre os 95 e os 97%, aproximadamente, verificando-se uma percentagem ligeiramente menor no bloco 1 e uma percentagem similar nos dois restantes. Apesar da diferença entre o bloco 1 e os restantes blocos, as diferenças não foram estatisticamente significativas. Verifica-se ainda que comparando a TA em 2015 e no presente ano, a percentagem foi inferior, uma vez que há dois anos a percentagem foi superior a 100% no bloco 2 e 3 e de perto de 100% no bloco 1, verificando-se uma diferença em 2017, de cerca de 3% no bloco 1 e de quase 10% nos restantes blocos.

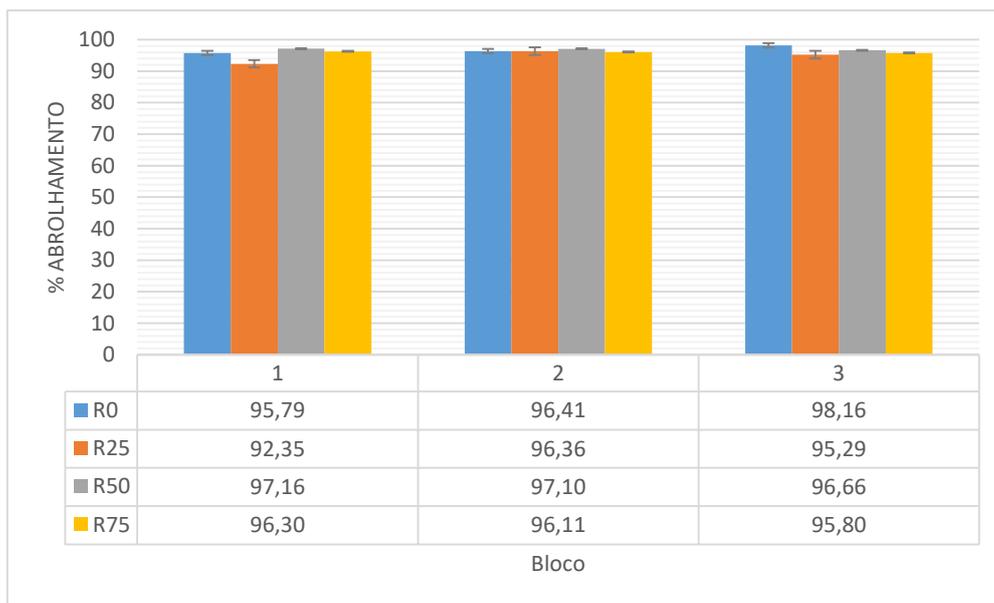


Figura 29: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco. As diferenças entre cada modalidade não foram estatisticamente significativas.

Na figura 29 verificam-se as diferenças entre modalidades em termos da Taxa de Abrolhamento. As diferenças entre modalidades foram mínimas, não sendo portanto estatisticamente relevantes.

Este parâmetro, comparativamente ao registado em 2016 e tal como o observado em 2015 foi superior nos três blocos a 100%, tendo-se ainda verificado no ano passado diferenças estatisticamente significativas concretamente entre o bloco 1 em relação aos

restantes blocos (Anexo IV – tabela 139). Este parâmetro foi ainda superior entre blocos no ano de 2016 em relação ao ano de 2015 (Teixeira, 2015). Já em relação aos diferentes tratamentos, não há uma tendência evidente entre as quatro modalidades, de 2016 para o ano do presente trabalho, não se tendo ainda verificado tal como neste ano, diferenças estatísticas (Anexo IV – figura 68).

4.3.3 Índice de Fertilidade Potencial (IFP)

Os valores médios em cada bloco são inferiores a 1, sendo que apesar de a casta estudada ter um IFP baixo-médio de 1,5 a 1,7 inflorescências por gomo abrolhado (Castro, 2011), autores registaram um valor médio de 1,3 em 2007 (Queiroz, *et al.*, 2008). No caso do estudo em questão e em anos anteriores no mesmo local e na mesma casta, foram também registados valores de IFP abaixo de 1 (Teixeira, 2015).

Apesar de se registarem ligeiras diferenças entre blocos, sendo que este tem um valor crescente ao longo dos blocos, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas.

Comparando com o Índice de Fertilidade Potencial verificado por Teixeira (2015), no presente ano, os valores foram inferiores quer no bloco 1 quer no Bloco 3, mas superior no bloco 2.

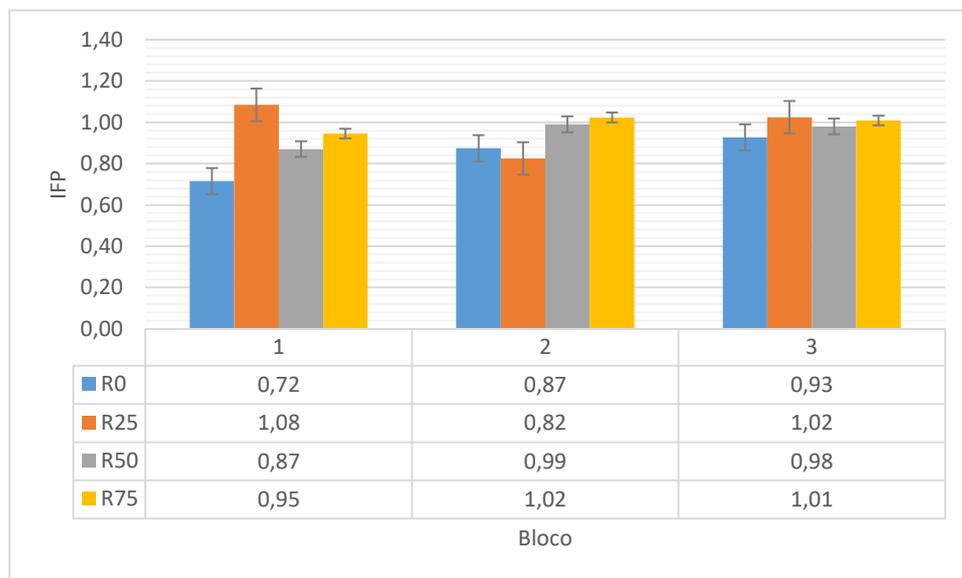


Figura 30: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades. Registaram-se diferenças significativas entre modalidades ($p < 0,05$), nomeadamente entre R₀ e R₂₅ e R₀ e R₇₅.

No caso do IFP entre as modalidades, este apresenta um valor em geral crescente de R₀ para R₇₅, apresentando um valor médio de 0,84 em R₀; 0,98 em R₂₅; 0,95 em R₅₀ e o valor mais alto em R₇₅, de 0,99 (figura 30).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Em termos de diferenças estatisticamente significativas, foram registadas entre modalidades, em particular entre R₀ e R₇₅ (0,026 de significância) (tabela 14).

Tabela 14: Índice de Fertilidade Potencial médio para as diferentes modalidades de rega.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
IFP	0,84 b	0,98 ab	0,95 ab	0,99 a	*

⁽¹⁾ Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” $p < 0,05$.

Em relação ao ano de 2016, ao comparar com o presente ano, o bloco 3 registou uma percentagem idêntica nos dois anos, verificando-se apesar de tudo taxas superiores neste ano, observando-se, no entanto, um valor superior no bloco 2 tanto no presente ano como no ano anterior (Anexo IV, figura 69). No entanto, as diferenças estatisticamente significativas foram verificadas no ano de 2016 entre blocos, mais precisamente entre o bloco 1 e o bloco 3 e o bloco 2 e o bloco 3 (Anexo IV, tabela 140).

4.4 Caraterização do Coberto Vegetal

Para a caraterização do coberto vegetal foram utilizados o cálculo da área foliar, a caraterização do coberto vegetal pelo método de “Point Quadrat” e a “Superfície Foliar Exposta”.

4.4.1 Área Foliar

A medição da área foliar apesar de ser uma medição morosa tem uma importância fundamental uma vez que as folhas são a principal causa de sombra na canópis assim como capturam a luz solar para a fotossíntese. Para além disso, determinam a maturação dos frutos pela sua capacidade de sintetização de substâncias metabólicas (Smart & Robinson, 1991; Champagnol, 1984).

Ao longo do ensaio foram recolhidos dados para determinação da área foliar seguindo o método proposto por Lopes e Pinto (2005), em quatro dias distintos, ou seja a primeira foi realizada no dia 16 de maio (estados fenológicos J e K), 7 de junho (estado fenológico L), 20 de julho (estados fenológicos M e N) e 30 de agosto (à vindima).

Área Foliar Principal e Área Foliar das Netas

Em termos de Área Foliar Principal, em geral, a modalidade que apresenta uma maior área foliar é a modalidade R₅₀, com 1,83 m², seguida da modalidade R₇₅, sendo que a que regista uma menor área foliar principal, em geral, é a modalidade R₂₅.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Em termos de evolução da AF principal ao longo dos dias de medição, verifica-se um aumento da primeira para a segunda medição, havendo posteriormente uma contínua diminuição desta nos restantes dias. Na medição que ocorreu na altura da vindima, ou seja, no dia 9 de setembro, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e R₇₅ (tabela 16).

Em relação à diferença entre blocos, registaram-se diferenças estatisticamente significativas nas medições a 7 de junho e 9 de setembro, em que no primeiro caso registaram-se diferenças entre o bloco 3 e os restantes blocos e na última medição entre o bloco 1 e os restantes blocos, sendo que o bloco 1 foi onde se verificou o menor valor em termos de Área foliar Principal (tabela 15).

Tabela 15: Valores registados entre blocos em relação à Área Folia Principal (m²) nos dias 7 de junho e 9 de setembro.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
7 junho	1,96 a	2,07 a	2,73 b	***
9 setembro	0,50 a	0,91 b	1,03 b	**

⁽¹⁾ Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA). "***" – p < 0,01; "****" – p < 0,001.

A área foliar das netas contribui de uma forma marcante para a acumulação de açúcar nos cachos durante a maturação e de forma aumentar as reservas na videira. Isto deve-se ao facto de a atividade fotossintética ser superior em folhas recentemente formadas, atingindo a sua atividade máxima quando também as folhas atingem também o seu tamanho máximo, havendo posteriormente um decréscimo gradual (Vasconcelos & Castagnoli, 2000). Segundo bibliografia, a maior concentração de área foliar e netas localiza-se no terço inferior, sendo esta distribuição importante para o desempenho da sebe (Mabrouk, *et al.*, 1997; Schultz, 1995).

Tal como se observa na tabela 16, verifica-se igualmente um aumento em todas as modalidades na medição de 16 de maio para 7 junho, sendo que este aumento ainda se verifica na maior parte das modalidades de 7 de junho para 20 julho, exceto na modalidade correspondente a R₇₅. Da terceira para a última medição, a área foliar das netas diminui em todas as modalidades, tal como seria de esperar.

Em termos de análise estatística, na medição de dia 16 de maio, não se registaram diferenças, não se verificando portanto, nesta altura a influência das diferentes dotações de rega nas diferentes modalidades, uma vez que nesta altura ainda não se tinha iniciado a rega. Estas diferenças estatisticamente significativas também não se registaram ao longo das restantes duas medições, exceto na medição de 9 de setembro, coincidente com a vindima, em que se registaram diferenças tanto na área foliar principal

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

($p < 0,05$), em particular entre R_0 e R_{75} como na área foliar das netas ($p < 0,05$), também entre estas duas modalidades (tabela 16).

Tabela 16: Área Foliar Principal média (m^2) e Área Foliar das Netas média (m^2) nas quatro modalidades nas diferentes datas de medição.

Dia	Área Foliar Principal (m^2)					Sig. (1)	Área Foliar Netas (m^2)					Sig. (1)
	R_0	R_{25}	R_{50}	R_{75}			R_0	R_{25}	R_{50}	R_{75}		
16/maio	1,12	1,11	1,16	1,23	n.s.		0,97	0,70	0,81	1,04	n.s.	
7/junho	2,08	1,98	2,44	2,51	n.s.		1,21	1,13	1,31	1,74	n.s.	
20/julho	1,83	1,40	2,06	1,83	n.s.		1,45	1,26	1,43	1,73	n.s.	
9/set	0,81b	1,11ab	1,67ab	1,44a	*		0,60b	1,16ab	1,17ab	1,54a	*	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; "*" $p < 0,05$.

Como se verificou em 2015, em termos de Área Foliar Principal, onde se verificou uma redução mais evidente foi a modalidade R_0 , tal como aconteceu em relação à Área Foliar das Netas, em que se verificou um menor valor nas videiras que não foram regadas e o valor superior na modalidade sujeita a um maior teor de água acrescentada.

Em 2016, as medições da Área Foliar foram realizadas apenas num dia, no dia 15 de julho, coincidente com os estados fenológicos fecho do cachos e pintor, tal como acontecia nos dias 7 de junho e 20 de julho do ano do presente de estudo, verificou-se que no passado ano a área foliar principal foi inferior em todas as modalidades, tendo sido verificada uma menor área no bloco 1 e 3 das videiras em R_0 e no bloco 2 a testemunha com menor área foi R_{25} (Anexo IV, figura 70), não havendo no entanto diferenças estatisticamente significativas quer entre blocos quer entre modalidades (Anexo IV, tabela 141). Observa-se ainda que a menor área em média nos três blocos foi na modalidade R_{75} e a maior em R_{25} e R_0 , tal como aconteceu a 23 de julho de 2015 (Teixeira, 2015).

Já no que diz respeito à AFN, em 2016 os valores foram bastante inferiores aos registados no presente ano, tendo sido mais semelhantes aos registados por Teixeira em 2015. Estes valores apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas (Anexo IV, tabela 142), apresentam uma área superior em R_{25} e inferior em R_0 (Anexo IV, figura 71), o que corresponde ao calculado neste ano, sendo que também o menor valor a 23 de julho de 2015 foi registado na modalidade com ausência de rega (Teixeira, 2015).

Área Foliar Total

No que diz respeito à área foliar total, tal como se observa na tabela 17, há um aumento desta da primeira para a segunda medição, havendo de seguida uma redução desta para a terceira e posteriormente na medição de 20 de julho para 9 de setembro.

Em termos de médias de área foliar, na modalidade não regada a área foliar registada foi de aproximadamente 2,52 m², sendo que nas modalidades regadas, a média foi de 2,92 m², tendo-se verificado o maior valor entre as quatro, a modalidade R₇₅, com uma média de 3,27 m² e a menor área foliar total em R₂₅ com um valor de 2,46 m². Como seria de esperar a modalidade R₀ é a que apresenta a área foliar total mais baixa, uma vez que se verifica a queda das folhas (provocada pela falta de água) ao longo do tempo. Na primeira medição, realizada no dia 16 de maio a área foliar total foi semelhante nas quatro modalidades, verificando-se um declínio nas restantes medições.

A partir dos dados da análise estatística pode-se registar que a rega teve impacto na área total das videiras, uma vez que os resultados apresentaram diferenças estatísticas, em particular entre R₀ e R₇₅ (**) (tabela 17) a 9 de setembro.

Tabela 17: Área Foliar Total média (m²) e nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.

Área Foliar Total (m ²)					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
16/maio	2,08	1,81	1,98	2,27	n.s.
7/junho	3,29	3,12	3,75	4,25	n.s.
20/julho	3,27	2,66	3,49	3,56	n.s.
9/setembro	1,42 a	2,27 ab	2,84 b	2,98 b	**

⁽¹⁾ Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “***” $p < 0,01$.

Quando comparando estes valores com os registados por Teixeira (2015), verifica-se que ao contrário do que aconteceu nesse ano, a Área Foliar Total foi superior em todas as datas na modalidade com maior quantidade de rega, sendo que em 2015, verificou-se que a modalidade com este parâmetro mais elevado era R₂₅. Pelo contrário, enquanto no presente ano, em geral a modalidade que apresentava os valores inferiores exceto na última medição foi R₂₅, em 2015, os valores menores foram verificados na testemunha não regada.

Em 2016, a Área Foliar Total foi a menor registada nos restantes dois anos, apesar de ter sido um ano com elevada precipitação, sendo que isto poderia ter aumentado o crescimento vegetativo das videiras (Anexo IV, figura 72). Apesar disso, não se

registaram diferenças estatisticamente significativas quer entre modalidades quer entre blocos (Anexo IV, tabela 143).

4.5 Densidade do Coberto Vegetal

4.5.1 Point Quadrat

O método de Point Quadrat é atribuído o valor máximo a sebes com uma determinada percentagem de buracos, um baixo número de camadas de folhas (NCF) e uma boa exposição solar dos cachos. Para além do NCF, este método expressa-se ainda em % de buracos, % de folhas interiores e % de cachos exteriores (Smart & Robinson, 1991).

Smart e Robinson (1991) referem que o valor máximo para o número de camadas de folhas (NCF) deve estar entre 1,0 e 1,5 ou menos; a percentagem de buracos deverá estar entre os 20 e os 40%; a percentagem de folhas interiores deverá ser de 10% ou menos e a percentagem de cachos interiores deverá situar-se entre os 40% ou menos.

Número de Camadas de Folhas (NCF)

O número de camadas de folhas, tal como se verifica na tabela 18, não apresenta uma grande variação na primeira medição a 6 de julho, no entanto, esta medição regista uma grande alteração na medição de 9 de setembro, verificando-se que o número de camadas de folhas aumenta gradualmente da modalidade R₀ para a modalidade R₇₅, apesar de no primeiro registo se ter verificado que esta medição era superior na modalidade não regada. Tal é corroborado com a média de NCF entre 6 de julho, que correspondia a 2,51 e um NCF inferior a 9 de setembro, que correspondia a um valor médio de 2,16.

Em termos estatísticos, tal como seria de esperar, não se registam diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades na primeira medição, no entanto, a 9 de setembro, verificam-se diferenças estatisticamente significativas, em particular entre a modalidade R₀ e a modalidade R₇₅ (tabela 18).

Tabela 18: Número de Camadas de Folhas médio nas quatro modalidades nas diferentes datas de medição.

Número de Camadas de Folhas					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
6/julho	2,54	2,48	2,40	2,60	n.s.
9/setembro	1,48 b	1,98 ab	2,52 ab	2,65 a	*

⁽¹⁾ Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” $p < 0,05$.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Com base nos valores médios das quatro modalidades estudadas, verifica-se que as quatro apresentam valores superiores aos apresentados por Smart e Robinson (1991) que poderão resultar em efeitos negativos na composição dos mostos. No entanto, estes valores são justificados por Queiroz (2002), defendendo que é desejável uma sebe com NCF elevado em zonas que registam elevadas temperaturas e com baixos valores de precipitação no verão, permitindo que os cachos se encontrem mais protegidos da exposição direta do sol e favorecendo um microclima ideal no interior da sebe.

No que diz respeito à diferença entre modalidades e entre níveis de inserção, podemos observar que se verificaram diferenças entre os tratamentos principalmente na última medição, correspondente ao dia 9 de setembro (figura 32). No dia 6 de julho, altura em que haviam sido realizadas ainda apenas duas regas, as diferenças entre modalidades não são tão patentes (figura 31).

Tal como se verifica no gráfico da figura 31, no dia 6 de julho o número de camadas de folhas foi ligeiramente superior ao nível dos cachos exceto na modalidade com maior quantidade de água aplicada, apesar disto, as diferenças quer entre modalidades, quer nos dois níveis não são muito evidentes. Verifica-se ainda que nesta fase o Número de Camadas de Folhas não é superior nas modalidades com maior teor de água fornecida, ou seja, ao nível dos cachos R₂₅ e R₅₀ são as que apresentam maior valor e ao nível vegetativo, são as modalidades R₀ e R₇₅ que apresentam um valor ligeiramente superior.

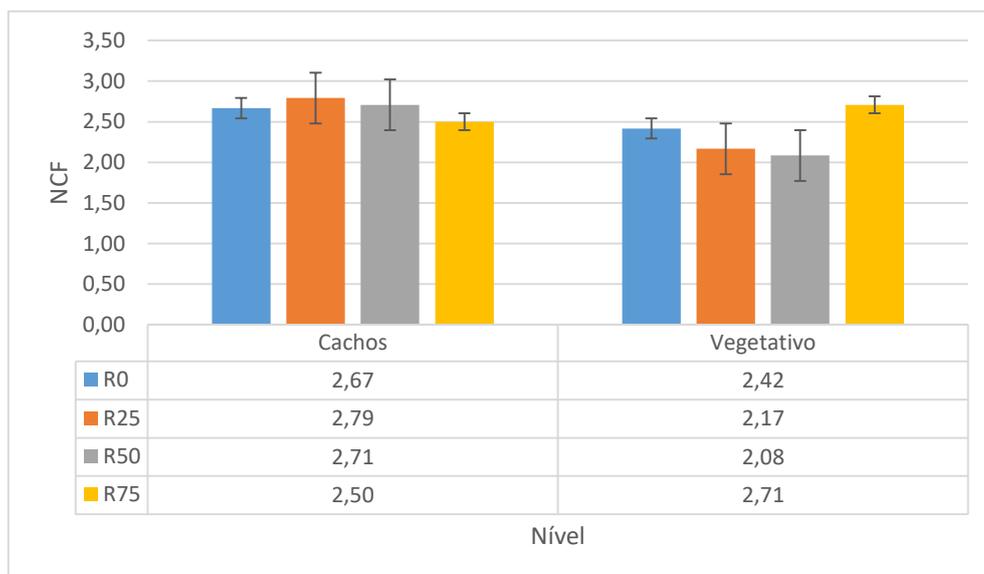


Figura 31: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

No caso da medição realizada à vindima, mais precisamente no dia 9 de setembro, verifica-se que existem já algumas diferenças quer ao nível dos cachos, quer ao nível vegetativo. Como se observa no gráfico da figura 32, o NCF foi, em geral, superior ao nível vegetativo, exceto na modalidade sujeita a R_{50} que foi ligeiramente inferior. Denota-se ainda que o valor do Número de Camadas de Folhas é crescente nas modalidades de R_0 para R_{75} , exceto ao nível dos cachos em que o valor é equivalente entre as duas modalidades expostas a maior quantidade de água, assim, em ambos os níveis a modalidade R_0 foi a que apresentou menor camada de folhas em ambos os níveis e a modalidade R_{75} apresentou uma maior camada de folhas de entre todos os tratamentos no nível superior.

É ainda de notar que da medição de dia 6 de julho para a medição de dia 9 de setembro os valores invertem-se, sendo que enquanto o número de camadas de folhas na primeira medição era superior ao nível dos cachos, à vindima o valor era superior ao nível vegetativo.

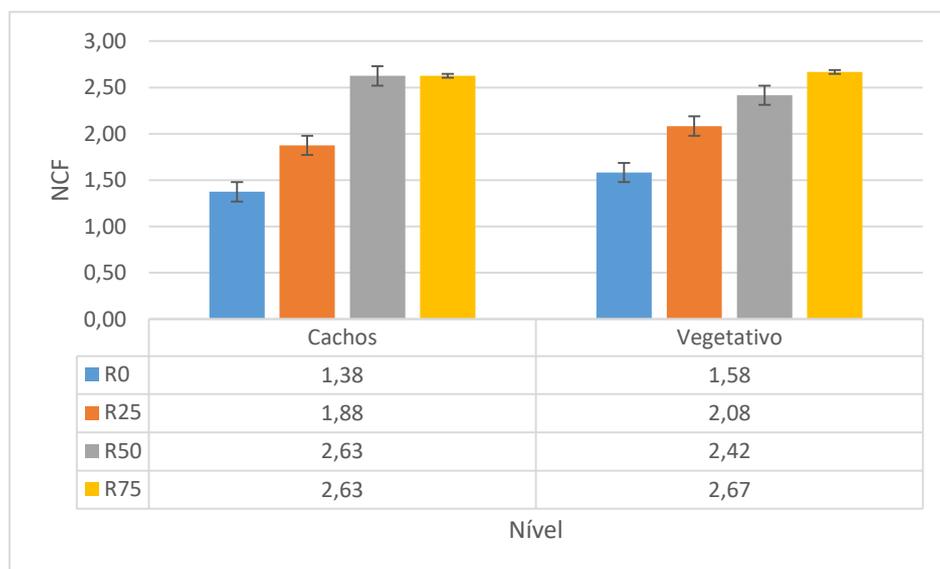


Figura 32: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.

Em comparação com o observado com Teixeira (2015), a medição mais tardia foi onde se verificaram similaridades, apesar de a medição realizada em 2015 ter sido realizada ao pintor, sendo que a presente medição também foi realizada ao pintor e onde não se verificaram grandes diferenças.

Já em relação ao que se observa na figura 73 (Anexo IV), em geral o número de Camadas de Folhas foi superior em 2016 do que o registado no ano do presente

trabalho. A medição de 2016 foi realizada dia 31 de agosto, portanto no estado fenológico de maturação e próximo da vindima. Este parâmetro foi crescente ao longo das quatro modalidades, tal como aconteceu neste ano e ao contrário do que aconteceu em 2015.

Percentagem de Folhas Interiores (PFI)

Em termos de percentagem de folhas interiores na primeira medição verificou-se uma pequena variação entre as diferentes modalidades, no entanto verifica-se que na segunda medição existe uma maior variação principalmente entre as modalidades R₀ e R₂₅ e as modalidades R₅₀ e R₇₅. Salienta-se ainda que a alteração entre os dois dias de medição é mais evidente na modalidade não regada e em R₂₅ do que nas duas modalidades com maior quantidade de água fornecida, em que não se verifica uma grande diminuição de percentagem de folhas interiores (tabela 19).

Em termos de análise estatística, como se verifica na tabela 19, não se verificam diferenças significativas entre as quatro modalidades, quer na medição feita a 6 de julho, quer na medição de 9 de setembro. Os resultados obtidos diferem bastante dos recomendados por Smart e Robinson (1991), referindo que o ideal seria uma percentagem menor a 10%, neste caso justifica-se por ser uma região com elevada temperatura e baixa ou nula precipitação aquando da maturação dos cachos.

Tabela 19: Percentagem de Folhas Interiores média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.

Percentagem de Folhas Interiores (%)					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
6/julho	30,24	32,39	30,34	30,34	n.s.
9/setembro	13,35	22,03	30,52	30,35	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo.

No que diz respeito à PFI nos dois níveis testados, não se observam grandes diferenças no dia 6 de julho quer entre modalidades, quer entre os dois níveis em que foi inserida a vara, tal como se observa no gráfico da figura 33.

Apesar disto, ao nível dos cachos este valor foi ligeiramente superior na maior parte dos tratamentos testados, exceto na modalidade R₇₅.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

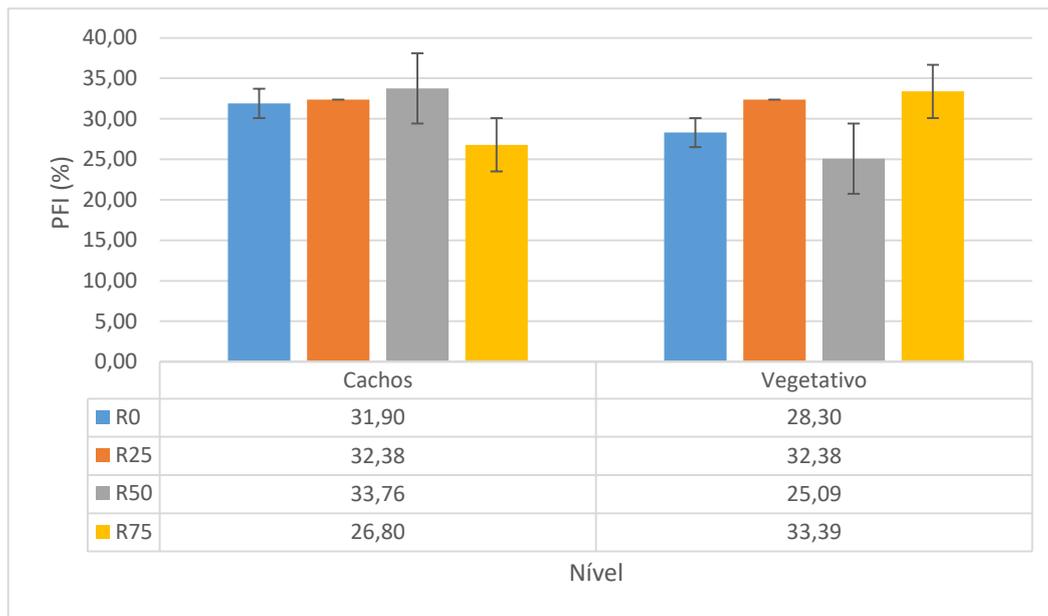


Figura 33: Percentagem de Folhas Interiores (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017.

Já na medição realizada no dia 9 de setembro, as diferenças já se tornam evidentes entre as modalidades e também entre os dois níveis. Neste caso, a Percentagem de Folhas Interiores é superior no nível vegetativo, com alguma clareza principalmente na testemunha não regada. Em relação às modalidades verifica-se um crescente desde R0 até R50, apresentando, portanto, o menor e o maior valor respetivamente ao nível dos cachos. Na parte vegetativa, a Percentagem de Folhas Interiores é também ligeiramente superior na modalidade com 50% de evapotranspiração, em comparação com R75 (figura 34).

Comparando com os valores registado por Teixeira (2015), no estado fenológico de pintor, verifica-se em média valores superiores em R₇₅ e inferiores em R₀, apesar de a percentagem aqui estudada ter sido superior ao nível vegetativo na testemunha R₅₀. Quando se observam os valores registados no ano 2017 e no mesmo estado fenológico, as percentagens são similares, no entanto observa-se que em geral, no presente ano, foram ligeiramente superiores ao nível dos cachos em R₀ e R₅₀, enquanto em 2015, as maiores percentagens registaram-se ao nível vegetativo em R₂₅ e R₇₅.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

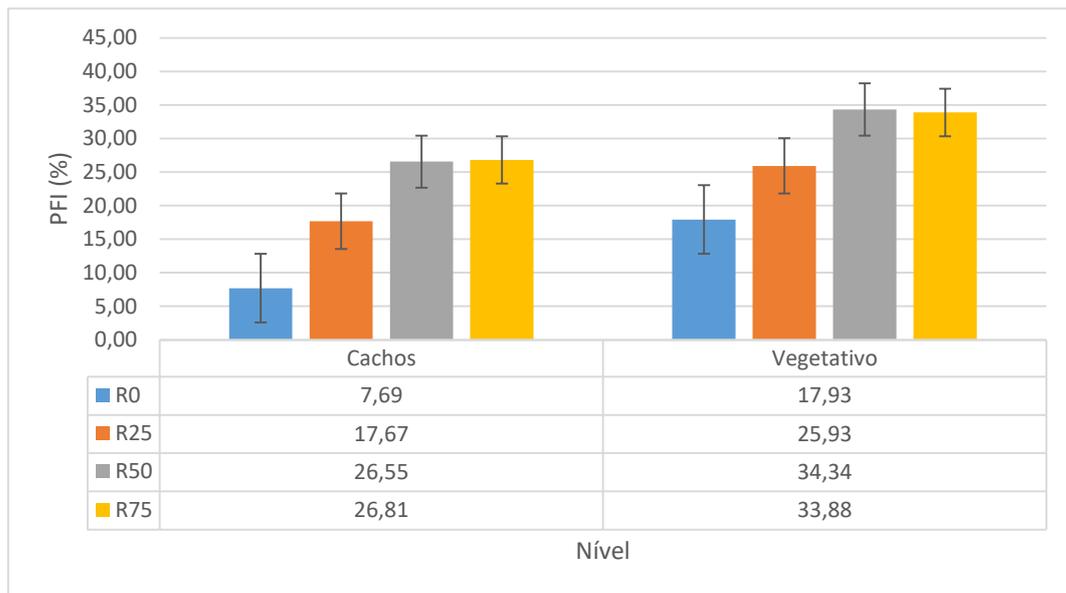


Figura 34: Percentagem de Folhas Interiores (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.

No que concerne aos valores registados a 31 de agosto de 2016, em relação a R_0 , foi inferior em ambos os níveis nesse ano (Anexo IV, figura 74), e superior ao nível dos cachos tanto em R_{25} como em R_{75} e ao nível vegetativo em todas as modalidades que foram regadas. Comparando os dados de 2015 (Teixeira, 2015) com os de 2016, os valores foram inferiores no ano passado em ambos os níveis da testemunha não regada, em R_{25} e R_{75} ao nível dos cachos e em R_{50} no nível superior.

Percentagem de Cachos Exteriores (PCE)

Como se verifica na tabela 20, a modalidade R_0 é onde se observa uma evolução da percentagem de cachos exteriores maior, uma vez que é onde se verifica uma maior perda de folhas e consequentemente uma maior quantidade de cachos expostos à radiação direta do sol. No caso da modalidade R_{50} , o número de cachos exteriores diminuiu, não sendo um resultado esperado, verifica-se uma elevada variabilidade associada a este resultado, observando o erro padrão na última medição. Também se verifica no Número de Camadas de Folhas que aumentou ligeiramente da primeira medição para a segunda medição, correspondente à data de vindima. Apesar disto e como é uma medição aleatória, o local onde se inseriu o ponteiro pode ter variado, apresentando, portanto, resultados diferentes nos dois dias de registo.

Em termos estatísticos e apesar de se verificarem disparidades entre modalidades, não se registaram diferenças estatisticamente significativas entre modalidades, como se verifica na tabela 20.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 20: Percentagem de Cachos Exteriores média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.

Percentagem de Cachos Exteriores (%)					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
6/julho	22,54	5,56	30,56	12,96	n.s.
9/setembro	58,33	45,93	5,56	15,00	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo.

No ano de 2016 (Anexo IV, figura 75), verificou-se que a PCE em todas as modalidades foi bastante inferior ao registado no ano em que decorreu este estudo, não havendo, portanto, tanta probabilidade de exposição direta à radiação e portanto à possibilidade de escaldão dos cachos, ao contrário do que aconteceu este ano.

Percentagem de Buracos (PB)

No que diz respeito à percentagem de falhas na vegetação, verifica-se um aumento acentuado nas videiras não regadas de 6 de julho para 9 de setembro. Já nas outras modalidades, nas modalidades regadas, há uma ligeira diminuição exceto em R₅₀. Em relação à diferença de modalidades em cada dia, tal como se verifica na tabela 21, a 6 de julho, existe uma grande variabilidade na modalidade (elevado erro padrão associado) não regada e uma diminuição desta percentagem de R₂₅ para R₇₅. Já no caso da última medição realizada, regista-se uma diminuição da percentagem de buracos nas videiras de R₀ para R₇₅, havendo uma percentagem superior a 20% de falhas em R₀ e a menor percentagem de buracos em R₇₅ (tabela 21).

Em termos estatísticos, a 6 de julho verifica-se diferenças estatisticamente significativas entre modalidades ($p > 0,05$), sendo que estas diferenças estatísticas não ocorrem nos registos à vindima (tabela 21).

Tabela 21: Percentagem de Buracos média nas quatro modalidades em diferentes datas de medição.

Percentagem de Buracos (%)					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
6/julho	4,17 b	12,50 a	6,25 ab	4,17 b	*
9/setembro	22,92	8,33	6,25	2,08	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; "*" $p < 0,05$.

Smart e Robinson (1991) referem que a percentagem de buracos ótima se deve situar entre 20 a 40%, sendo que neste estudo a percentagem se revela inferior, exceto em R₀. No caso do local onde foi conduzido o ensaio e não havendo tanta ocorrência de pragas e doenças como acontece noutras regiões vitícolas do país (Ferrão, 2014), poderá verificar-se em videiras com percentagem de buracos superior a 10% uma maior

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

ocorrência de cachos murchos ou afetados por escaldão (Oliveira, 1996), sendo que em algumas modalidades isto poderá ter ocorrido.

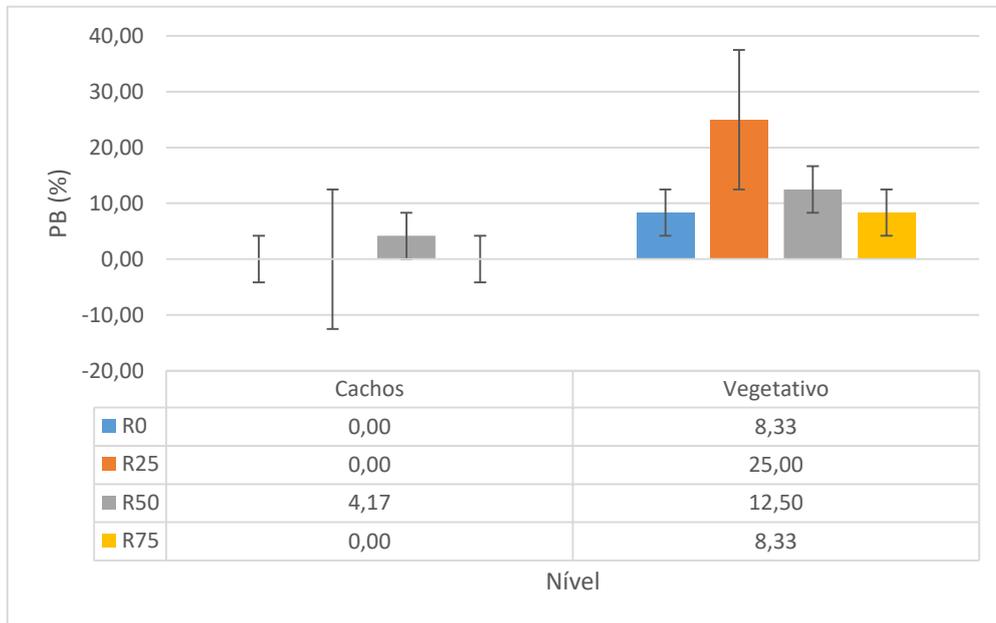


Figura 35: Percentagem de Buracos (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 6 de julho de 2017.

Em relação à percentagem de buracos comparando os dois níveis em que foi inserida a vara, no dia 6 de julho regista-se uma maior taxa na área vegetativa, principalmente nas modalidades R₂₅ e R₅₀, sendo que na zona dos cachos, a modalidade onde se verificaram aberturas foi apenas em R₅₀ (figura 35).

Já na medição realizada a 9 de setembro, a percentagem de buracos em ambos os níveis foi superior no tratamento que não foi sujeito a irrigação, como seria de esperar, verificando-se maior frequência desta taxa na maior parte das modalidades, exceto em R₇₅, como se verifica no gráfico da figura 36.

Em relação aos valores registados por Teixeira (2015), no dia 22 de julho, ou seja no estado fenológico de pintor, apenas se verificaram buracos na vegetação nas modalidades R₀ (25%), R₂₅ (17%) e R₇₅ (17%) no nível superior. Apesar de no presente ano, as maiores percentagens se terem verificado também no nível vegetativo, a frequência foi superior em R₂₅ e registou-se também buracos ao nível dos cachos na testemunha com 50% de evapotranspiração.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

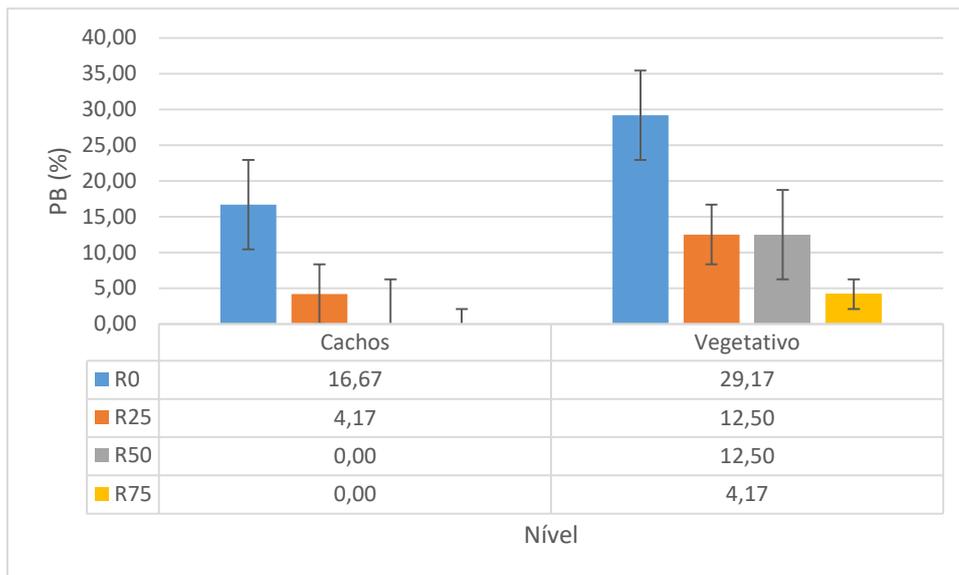


Figura 36: Percentagem de Buracos (%) nas quatro modalidades testadas, comparando ao nível dos cachos e ao nível vegetativo. Medição realizada a 9 de setembro de 2017.

Quando se compara a taxa de buracos na vegetação com 2016, em geral foi inferior no ano anterior, exceto ao nível dos cachos em R₂₅ (Anexo IV, Figura 76). Verifica-se ainda que não se registaram praticamente falhas na vegetação ao nível vegetativo, exceto na modalidade não sujeita a rega. Tal como aconteceu no ano do presente estudo, ao nível dos cachos, as duas modalidades com mais rega, não se registaram buracos na vegetação.

4.5.2 Superfície Foliar Exposta

A Superfície Foliar Exposta foi registada em dois momentos diferentes ao longo do ciclo fenológico das videiras no local de estudo, nomeadamente na fase de pintor/maturação (fases M e N segundo a classificação de Baggiolini) e à vindima.

Smart e Robinson (1991), referem que a Superfície Foliar Exposta típica por hectare em vinhas espaçadas e baixas deverá ser de 6 400 m²/ha, sendo que autores referem que a SFE máxima origina um maior teor de açúcares no bago e a fotossíntese atinge um valor máximo mesmo em situações de *stress* hídrico e/ou térmico moderado, verificando-se que o vigor será controlado por esse fenómeno (Carbonneau, 1996). Outros autores referem que o valor ótimo será de 21 000 m²/ha, justificando este valor dizendo que valores mais baixos indicam geralmente interceção da radiação solar incompleta (Smart, *et al.*, 1990). Noutro estudo, para a região do Douro em Touriga Nacional, os valores de Superfície Foliar Exposta rondaram, em média 15 000 m² (Queiroz, 2002).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

A Superfície Foliar Exposta no presente estudo, verifica-se alguma diferença entre algumas modalidades (tabela 22), sobretudo a 9 de setembro, sendo o menor valor registado na modalidade R₀ e valores mais elevados nas modalidades R₅₀ e R₇₅.

Tabela 22: Superfície Foliar Exposta (m²) média nas diferentes modalidades de rega durante a fase de pintor/maturação e à vindima e níveis de significância.

Superfície Foliar Exposta (m ²)					
Dia	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
6/julho	11 122	11 115	11 619	11 488	n.s.
9/setembro	11 486 b	11 886 ab	12 585 a	12 571 a	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” $p < 0,05$.

Na tabela 22 verifica-se ainda que na primeira medição não houve diferenças significativas entre modalidades, no entanto, na altura da vindima já se verificam diferenças significativas entre algumas modalidades ($p < 0,05$).

A Superfície Foliar Exposta foi inferior ao verificado na bibliografia, sendo ligeiramente inferior ao verificado por Queiroz (2002) na Touriga Nacional, sendo esperado, uma vez que esta é uma casta mais vigorosa em comparação com a Touriga Franca.

4.6 Evapotranspiração e Cálculo de rega

Os valores de Et₀ foram obtidos com recurso à equação de Penman-Monteith, de forma a estudar a evapotranspiração. Desta forma, foram utilizados os dados meteorológicos obtidos a partir da estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira. O valor desta é variável ao longo do dia e depende de diversos fatores climáticos, tal como temperatura, precipitação ou intensidade do vento (figura 37).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

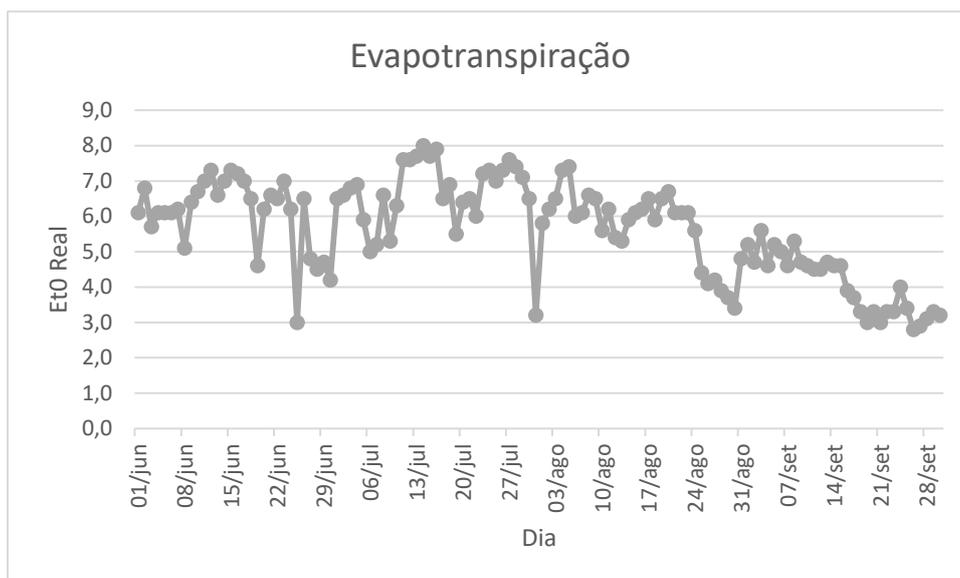


Figura 37: Variação da evapotranspiração recolhida pela estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira, ao longo dos meses em que se procedeu à rega.

Através dos dados de Et_0 e aplicando o coeficiente de cultura (K_c) de 0,8; é possível calcular as necessidades reais de rega utilizando as fórmulas abaixo descritas.

$$ETc \text{ (últimos 15 dias)} = ET0 \times Kc$$

$$Rega = (ETc - Precipitação) \times Ks$$

No caso do presente estudo, K_s corresponde ao coeficiente desejado de acordo com cada modalidade de rega, ou seja, R_0 corresponde à modalidade não regada; R_{25} corresponde a rega com um K_s correspondente de 0,25 (ET correspondente a 25%); R_{50} com K_s de 0,50 (ET correspondente a 50%) e R_{75} com K_s de 0,75 (ET correspondente a 75%). A decisão de se iniciar a rega baseou-se para além disto, nos valores do Potencial de Base (Ψ_b), que foi medido na madrugada anterior à noite da rega e, tal como referido anteriormente teve-se também em consideração o estado vegetativo da planta. O início da rega coincidiu com valores máximos de Ψ_0 de -0,40 MPa, que corresponde a um nível de *stress* hídrico moderado. A rega, nas parcelas do ensaio, aconteceram a cada 15 dias, tendo início no dia 8 de junho e terminando no dia 17 de agosto, próxima da data estipulada da vindima para a casta em estudo (tabela 23).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 23: Registo de dados para cálculo de tempo de rega e respetivas datas. Dados de precipitação em milímetros (mm) e de cada modalidade em litros (L).

Nº Rega	Dia	Precipitação (mm)	ET _c (mm)	ET ₀ (mm)	R ₂₅ (L)	R ₅₀ (L)	R ₇₅ (L)	Tempo de rega
1	8 junho	5,0	60,7	75,8	14,16	28,32	42,48	7 horas 5 min
2	23 junho	3,8	73,2	91,5	17,54	35,08	52,62	8 horas 46 min
3	7 julho	3,2	64,08	80,1	15,38	30,76	46,14	7 horas 41 min
4	21 julho	0	75,04	93,8	18,76	37,52	56,28	9 horas 23 min
5	9 agosto	0	73,2	91,5	18,30	36,60	54,90	9 horas 9 min
6	18 agosto	0	69,68	87,1	17,42	34,84	52,26	8 horas 43 min
Total		11,0			101,56	203,12	304,68	

De acordo com os dados da estação meteorológica, assim como a dotação a aplicar e o débito dos gotejadores, foi possível o cálculo da dotação de rega em cada modalidade nos diferentes dias (tabela 23). De acordo com o observado na tabela, houve alguma precipitação no período de realização das três primeiras regas, ao qual se subtraiu este valor de Evapotranspiração da cultura (ET_c).

4.7 Medições Ecofisiológicas

Ao longo de todo o ensaio foram parametrizados dados ecofisiológicos, nomeadamente o potencial hídrico foliar de base e diário, a taxa de transpiração, a fotossíntese líquida e a condutância estomática.

4.7.1 Potencial Hídrico Foliar de Base (Ψ_b)

A medição do Potencial Hídrico Foliar de Base é realizada antes de amanhecer, em que se considera que existe um equilíbrio entre os potenciais hídricos das folhas e do solo, nas zonas de absorção não existindo portanto presença de radiação solar e desta forma transpiração, e conseqüentemente, a quantidade de água presente na videira equivale à água disponível no solo (Lopes, *et al.*, 1998).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Desta forma, esta medição permite aferir a condição hídrica das plantas antes de se iniciar a rega e também o impacto da rega na própria condição. Ao longo do ensaio foram realizadas sete medições, tendo a primeira sido realizada antes de se iniciar a rega e as restantes durante o período em que a vinha foi regada (tabela 24).

Tabela 24: Dias em que ocorreu a medição do Potencial Hídrico de Base e média total para cada dia (MPa).

Dia	Potencial Hídrico Foliar de Base médio (MPa)
25 maio 2017	- 0,35
7 junho 2017	- 0,40
22 junho 2017	- 0,39
6 julho 2017	- 0,49
20 julho 2017	- 0,54
8 agosto 2017	-0,67
17 agosto 2017	-0,87

Tal como referido, a rega teve início quando a média de valores obtidos se encontrava a aproximadamente $-0,4\text{MPa}$ correspondendo a um nível de *stress* moderado. Como a casta em estudo é uma casta tinta, um nível de *stress* moderado é favorável pois poderá promover a qualidade dos mostos (Prichard, *et al.*, 2004).

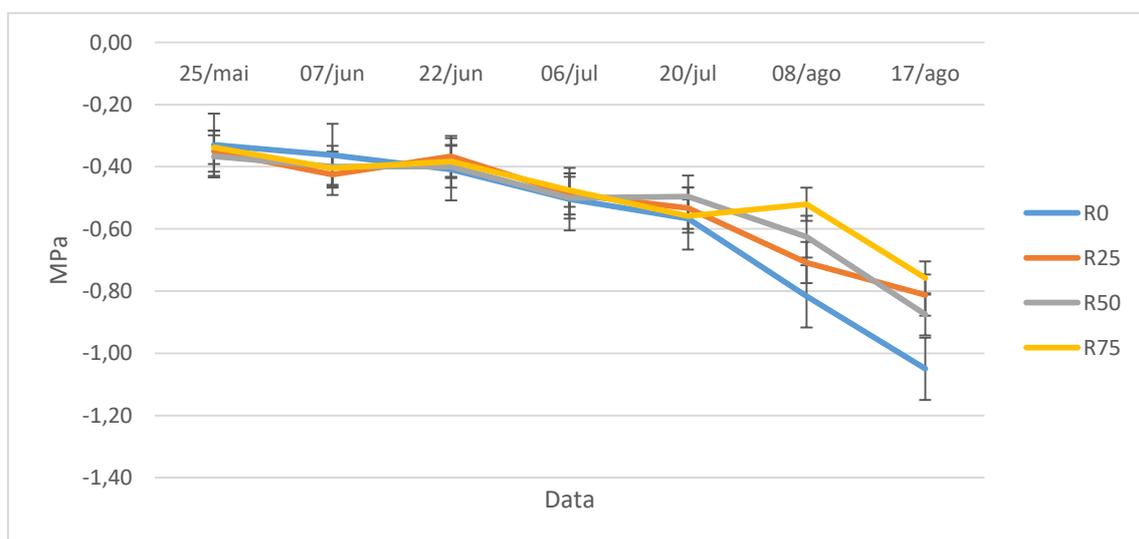


Figura 38: Valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição.

A figura 38 representa os valores médios para cada modalidade do ψ_b nos diferentes dias de medição, correspondentes à madrugada anterior à rega. Tal como se verifica no gráfico, os valores nas diferentes modalidades são similares nas primeiras medições, ou seja, entre 25 de maio e 20 de julho, evidenciando posteriormente disparidades a partir da sexta medição, correspondente a 8 de agosto. Assim, verifica-se que apesar

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

da irrigação se ter iniciado no dia 8 de junho, as distinções entre as diferentes dotações de rega apenas se evidenciaram mais a partir de 8 de agosto, ou seja dois meses depois. Estes resultados poderão estar relacionados com o tempo muito seco e quente que se fez sentir ao longo do ciclo da videira e onde a rega com uma frequência de 15 dias pode ser insuficiente para fazer face às necessidades da planta.

Tabela 25: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, correspondentes ao dia anterior à rega.

Potencial Hídrico Foliar de Base (MPa)					
Data	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
25 maio	-0,33	-0,35	-0,37	-0,34	n.s.
7 junho	-0,36	-0,43	-0,40	-0,40	n.s.
22 junho	-0,41	-0,37	-0,40	-0,38	n.s.
6 julho	-0,50	-0,49	-0,50	-0,48	n.s.
20 julho	-0,57	-0,53	-0,50	-0,56	n.s.
8 agosto	-0,82 a	-0,71 ab	-0,63 ab	-0,52 b	*
17 agosto	-1,05 a	-0,81 bc	-0,88 b	-0,76 c	***

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” - $p < 0,05$; “***” - $p < 0,001$.

Ao longo do tempo, analisando a tabela 25, em todas as modalidades verifica-se uma diminuição do potencial hídrico, observando-se a partir de 8 de agosto um nível de *stress* severo em todas as modalidades, segundo Carbonneau (1998), mas com maior significância na modalidade não regada. Também se verifica que a modalidade com R₇₅ apesar de estar também em *stress* severo é a que apresenta o potencial hídrico foliar de base mais baixo.

Em termos de análise estatística dos resultados, esta demonstrou que existe significância estatística nas duas últimas medições, apesar de nas restantes se verificar uma tendência para o aumento do *stress* ao longo do tempo nas várias modalidades (tabela 25).

A disponibilidade de água na planta tem uma ação importante tanto ao nível da produção dos frutos através da diminuição da superfície assimiladora da videira, índice de superfície foliar por superfície de solo, a duração da vida ativa da superfície foliar, a taxa de assimilação de carbono pelas folhas e, para além disso pelo funcionamento fotossintético (Attia, 2007).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Registaram-se ainda diferenças no Potencial Hídrico de Base no dia 20 de julho entre blocos, observando-se diferenças entre o bloco 1, que foi o que apresentou valores mais negativos, e os restantes blocos (tabela 26).

Tabela 26: Valores médios do Potencial Hídrico de Base (MPa) registados no dia 20 de julho.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Ψ_0 (MPa)	-6,31 a	-4,81 b	-5,03 b	***

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA). “***” – $p < 0,001$.

Tal como aconteceu em 2015, a rega foi iniciada também com a mesma média de valor de Potencial Hídrico de Base, verificando-se também que nas primeiras medições não se verificava ainda uma grande diferença entre as modalidades e que no presente ano os valores médios registados em todas as modalidades foram mais elevados, sendo que de 2015 para 2017 a diferença no caso da testemunha não regada foi de cerca de -0,3 MPa.

Como referido por Cabral (2017), a primeira medição em 2016 do Potencial Hídrico de Base ocorreu no dia 15 de julho, uma vez que a sonda no solo indicava já baixo teor de humidade, o que se veio a comprovar nesta medição, com um valor médio de cerca de -0,4 MPa, tendo-se portanto iniciado a rega na madrugada seguinte (Cabral, 2017).

Tal como no presente ano, e devido aos baixos índices de precipitação que ocorreram durante as diversas medições, os valores que foram obtidos devem-se apenas à dotação de rega (ou ausência) fornecida em cada um dos tratamentos. Como se verifica nas tabelas 144 e 145 (Anexo IV), a rega no ano de 2016 teve início cerca de um mês mais tarde quando comparado com as regas aplicadas no ano de 2017. Verifica-se ainda que os níveis de *stress* foram também aumentando ao longo do tempo (Anexo IV, Figura 77), exceto na medição de 2 para 17 de agosto, em que houve uma diminuição ligeira em geral em todas as modalidades. Observa-se também que não havendo diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades (Tabela 144, Anexo IV), o aumento de *stress* não foi tão evidente comparado com o que se verificou no presente ano ao longo das modalidades, de R₀ para R₇₅. Isto poderá ser explicado com as chuvas que ocorreram até meados de julho em 2016. Desta forma e também por esta razão, o potencial hídrico de base não registou, no passado ano, valores tão negativos como os que se verificaram no ano do presente estudo. Apesar de tudo, na primeira medição, de 15 de julho de 2016, registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o bloco 1 e o bloco 3, sendo que o primeiro bloco foi onde se verificou um maior nível de desconforto hídrico (Anexo IV, tabela 145).

4.7.2 Potencial Hídrico Foliar Diário

O Potencial Hídrico Foliar Diário foi monitorizado em quatro momentos diferentes ao longo dos meses de julho e agosto, no dia seguinte à rega e/ou na madrugada seguinte.

Este potencial regista, em média um aumento ao longo do dia, aumentando a pressão imposta nas folhas. Isto é explicado com o facto de este valor ser dependente do potencial de água médio, do volume do solo explorado pelo sistema radicular, da taxa de transpiração e da resistência no percurso principal solo-folha (Lopes, *et al.*, 1998).

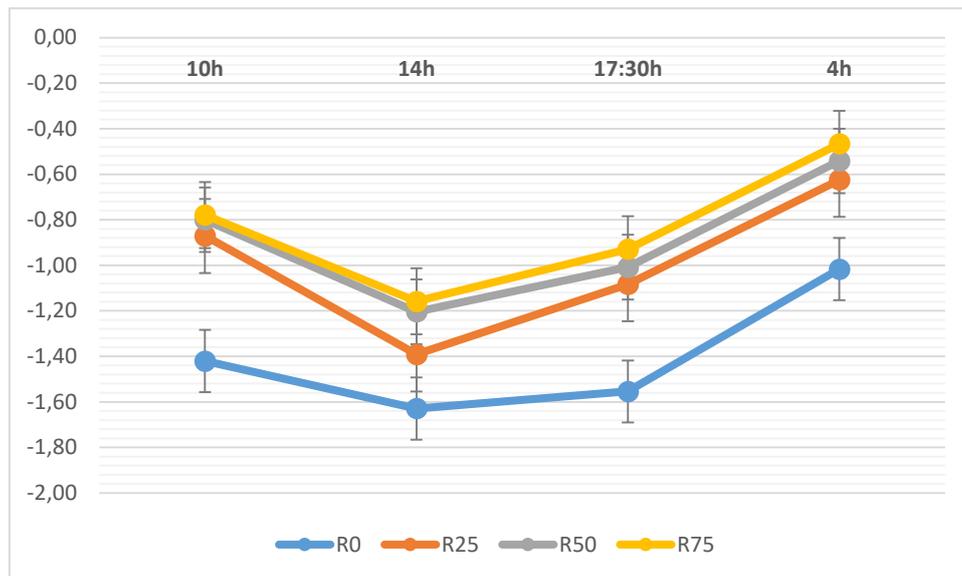


Figura 39: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado no dia 18 e 19 de agosto.

Tal como se verifica no gráfico da figura 39 e como verificado noutros estudos, devido ao aumento quer da temperatura, quer da radiação solar, levaram a um aumento das perdas hídricas por transpiração, havendo um aumento do Potencial Hídrico do início da manhã (10h) até a meio da tarde (14h). Após esta medição verifica-se uma ligeira diminuição destes valores, como se verifica pela medição do fim da tarde (cerca das 17 horas e 30 min) e posteriormente um decréscimo bastante evidente na medição da madrugada.

Observando a tabela 27, verifica-se em todas as modalidades, um nível de *stress* hídrico médio, a moderado ou severo, verificando-se por sua vez que este nível de *stress* aumenta não só ao longo do dia, mas também se verificando que é superior nas modalidades com menos rega ou não sujeitas a qualquer irrigação. Verifica-se ainda que nas quatro medições realizadas as diferenças entre as modalidades foram estatisticamente significativas, observando-se ainda que, em geral, os maiores níveis

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

de *stress* na modalidade não regada e que difere estatisticamente, na maioria das observações, das restantes modalidades.

Tabela 27: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado a diferentes datas e em diferentes horas nas diferentes modalidades.

Data	Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
7 julho	4h	-0,44 a	-0,32 b	-0,28 bc	-0,24 c	***
	10h	-1,43 a	-0,95 b	-0,73 c	-0,54 d	***
21 julho	4h	-0,63 a	-0,53 ab	-0,44 b	-0,41 b	**
	10h	-1,42 a	-1,23 b	-0,96 b	-0,79 b	***
	14h	-1,55 a	-1,38 b	-1,24 b	-1,00 c	***
	17h30m	-1,28 a	-0,79 a	-0,63 b	-0,57 b	***
4/5 agosto	10h	-1,32 a	-0,93 b	-0,68 c	-0,63 c	***
	14h	-1,50 a	-1,46 a	-1,40 a	-1,15 b	***
	17h30m	-1,49 a	-1,45 a	-1,41 a	-1,14 b	**
	4h	-0,68 a	-0,38 b	-0,35 b	-0,26 b	***
18/19 agosto	10h	-8,53 a	-5,23 b	-4,80 b	-4,68 b	***
	14h	-9,78 a	-8,35 ab	-7,23 b	-6,95 b	***
	17h30m	-9,33 a	-6,50 b	-6,05 b	-5,58 b	***
	4h	-6,10 a	-3,75 b	-3,25 bc	-2,80 c	***

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). *** - p <0,01; **** - p <0,001.

Em relação aos blocos, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas em duas datas distintas (tabela 28), e a diferentes horas do dia, sendo que onde se verificou maior nível de *stress* foi no bloco 3 nestas datas.

Tabela 28: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em duas datas distintas.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
21 julho (14h)	-1,22 b	-1,25 b	-1,40 a	**
18 agosto (10h)	- 0,86 b	-0,95 ab	-1,09 a	*
18 agosto (17h30m)	-1,03 b	-1,08 b	-1,31 a	**

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA).*** - p <0,05 **** - p <0,01

Tal como aconteceu em 2015, registado por Teixeira (2015), as curvas do Potencial Diário registaram o mesmo comportamento, em que em geral a medição das 4h da madrugada era quando os valores se registavam menos negativos e a medição das 14h tanto em 2015 como em 2017, o Potencial Hídrico era quando registava valores mínimos. É, no entanto, de notar que os valores registados no ano deste estudo foram em geral mais elevados do que os observados em 2015.

No ano de 2016, os valores do Potencial Hídrico Foliar Diário das 10h, 14h e 17h foram medidos no dia 5 de agosto e às 4h no dia 6 de agosto, ou seja 3 dias após a rega (rega realizada a 3 de agosto) (Cabral, 2017). Como se verifica na figura 78 (Anexo IV) e à semelhança do que se obteve neste ano, em todas as modalidades registou-se um aumento do *stress* à medida que aumentava a radiação solar e a temperatura, sendo

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

que em 2016, os valores eram bastante similares às 14h, altura próxima do Ψ_{\min} . Desta forma, exceto a esta hora registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades (Anexo IV, tabela 150). Em relação às diferenças entre blocos, não houve diferenças estatísticas evidentes entre si na maioria, exceto às 10h em que se registou discrepância entre o bloco 1 e 3 (Anexo IV, tabela 151).

4.7.3 Trocas gasosas ao nível dos estomas

A atividade fotossintética vai desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento das videiras, e está diretamente dependente de diversos fatores tanto abióticos como bióticos. Um destes fatores que influencia a fotossíntese e para que esta se mantenha constante é a temperatura, tendo-se observado que deve situar-se entre os 27,5°C e os 30 °C, sendo que temperaturas superiores vão levar a uma diminuição considerável da fotossíntese (Zufferey & Murisier, 2009).

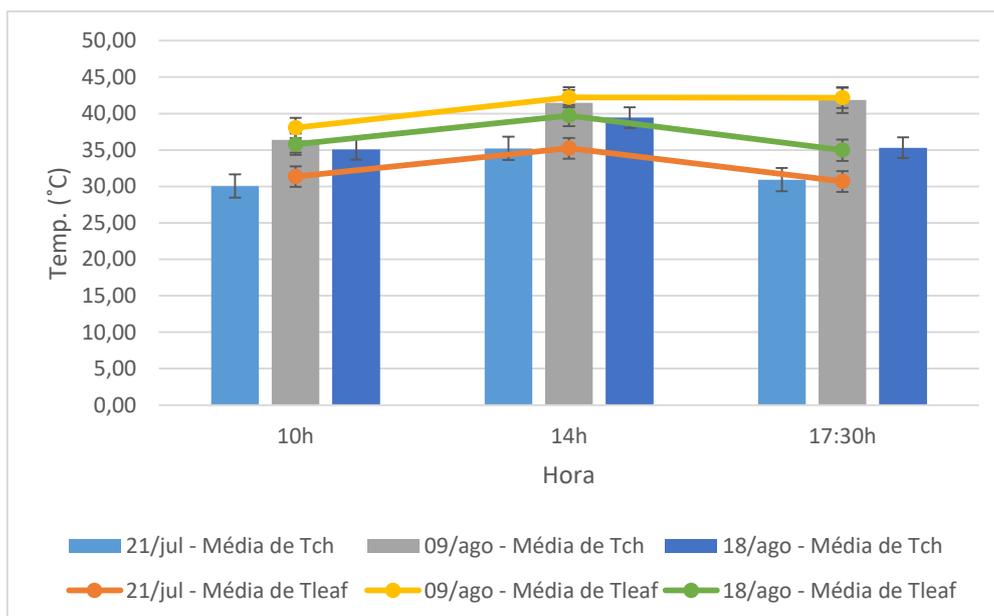


Figura 40: Temperatura média do ar e da folha (°C) a diferentes horas do dia e em três datas diferentes de medição.

As medições das trocas gasosas a nível dos estomas foram realizadas em quatro datas diferentes e em três alturas distintas do dia, sendo que a primeira medição efetuada a 7 de julho não foi completa, devido a falha no equipamento. As medições foram sempre executadas em condições de elevada temperatura atmosférica, repercutindo-se esta na temperatura registada nas folhas, registando-se em alguns momentos temperaturas acima dos 39 ou mesmo 40°C. As temperaturas mais elevadas foram registadas ao início da tarde, ou seja, às 14 horas, tal como seria de esperar,

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

havendo posteriormente uma diminuição na medição seguinte. Para além disso, no gráfico da figura 40 constata-se que as temperaturas do ar mais elevadas nas três horas de medição foram registadas no dia 9 de agosto, esta tendência é também verificada na temperatura das folhas, em que se verificaram temperaturas superiores igualmente nesta data.

Tabela 29: Fotossíntese Líquida ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.

Fotossíntese Líquida – A ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)						
Data	Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. (1)
7 julho	10h	7,66	9,59	10,53	9,25	n.s
	14h	3,36 a	8,11 ab	7,12 b	9,73 b	*
21 julho	10h	8,83	9,93	9,85	9,19	n.s.
	14h	3,55	7,47	4,64	7,87	n.s.
	17h30m	2,90	4,97	6,47	6,77	n.s.
9 agosto	10h	2,00	3,82	2,49	7,64	n.s
	14h	0,43	2,16	2,44	2,25	n.s.
	17h30m	0,58	1,18	1,95	2,14	n.s.
18 agosto	10h	1,08	1,88	1,90	2,37	n.s.
	14h	0,61	1,14	1,40	1,47	n.s.
	17h30m	1,27	1,37	0,91	2,90	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “**” - p <0,05.

Através da tabela 29, consegue-se verificar que as modalidades com maiores dotações de rega, apresentam, no geral, valores superiores de fotossíntese líquida quer ao longo do dia, quer analisando nos diferentes dias, apesar disso, não se verificaram, na maioria dos casos, diferenças estatisticamente significativas, entre os tratamentos. Constata-se ainda que há uma diminuição evidente deste parâmetro da medição das 10h para a medição das 14h, não só devido ao aumento da radiação, mas também ao aumento referido anteriormente da temperatura, quer do ar, quer da folha. Por outro lado, há um ligeiro aumento destes valores da medição das 14h para a medição do fim da tarde, realizada às 17 horas e 30 minutos.

Como se verificou no Capítulo 3.6, a área foliar foi superior nas modalidades em que se aplicaram as maiores dotações de rega (R₅₀ e R₇₅), desta forma e observando-se os níveis da taxa de fotossíntese, pode-se concluir que estas modalidades foram as que produziram uma quantidade superior de fotoassimilados.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

No dia 7 de julho, verificaram-se ainda diferenças estatisticamente significativas entre os blocos na medição das 10h, sendo que os valores superiores foram registados no bloco 1 e os valores mais baixos foram observados no bloco 2, tal como se verifica na tabela 30.

Tabela 30: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos registadas a 7 de julho às 10h.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	10,54 b	7,98 a	9,24 ab	*

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA).*** – $p < 0,05$

Observando este parâmetro em 2016, em que os dados foram obtidos no dia 6 de agosto, verifica-se a evolução de dois grupos ao longo do tempo de forma diferente (Anexo IV, tabela 156). Assim, nas modalidades com baixa dotação e sem rega (R_{25} e R_0) obteve-se um decréscimo acentuado da fotossíntese líquida desde a medição das 10h até à última medição do dia. Em particular, na tabela 156 (Anexo IV) observa-se diferença estatisticamente significativa às 10h entre a modalidade R_0 e as restantes modalidades, assim como na medição das 17h entre a modalidade R_0 e as duas modalidades com maior aplicação de rega, tal como na modalidade R_{25} e a testemunha R_{75} . Verifica-se ainda que em todas as videiras dos quatro tratamentos, a Fotossíntese Líquida teve um decréscimo ao longo do dia, sugerindo-se que o aumento da radiação levou a decréscimos da fixação de CO_2 . Quando comparado com a medição realizada no dia 9 de agosto do ano do presente trabalho, verifica-se que os valores foram muito superiores em 2016 e que o decréscimo foi tendencialmente superior nesse ano nas medições não regadas ou com baixas dotações.

Em termos de diferenças entre blocos, em 2016 não se registaram diferenças entre blocos (Anexo IV, tabela 157).

No que diz respeito à condutância estomática (g_s), esta é extremamente influenciada pelo estado hídrico das videiras sendo que estas, quando em *stress* hídrico, levam a uma redução deste parâmetro (Poni, *et al.*, 1994). Por outro lado, outros autores constataram a relação entre as condições hídricas e o funcionamento dos estomas, resultando que quando o Potencial de Base se situava abaixo de $-0,3$ MPa (*stress* hídrico suave a moderado), o regime hídrico passava a ser o fator limitante mais importante para a abertura estomática (Koundouras, *et al.*, 1999).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 31: Condutância Estomática ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.

Condutância Estomática – g_s ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)						
Data	Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
7 julho	10h	0,01	0,02	0,02	0,02	n.s.
	14h	0,02 a	0,02 ab	0,04 ab	0,03 b	*
21 julho	10h	0,03	0,03	0,03	0,02	n.s.
	14h	0,01 a	0,03 ab	0,02 ab	0,03 b	*
	17h30m	0,02	0,03	0,02	0,03	n.s.
9 agosto	10h	0,00	0,01	0,00	0,01	n.s.
	14h	0,00	0,00	0,00	0,01	n.s.
	17h30m	0,00	0,00	0,00	0,27	n.s.
18 agosto	10h	0,00	0,00	0,00	0,00	n.s.
	14h	0,00	0,00	0,00	0,00	n.s.
	17h30m	0,00	0,00	0,00	0,00	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “***” - $p < 0,05$.

Na tabela 31 encontram-se os valores da condutância estomática registados em diferentes horas, e nos diferentes dias, verificando-se que no geral, esta tendia para zero, ficando abaixo do limiar de deteção do IRGA. Não houve, em geral diferenças significativas entre as diferentes modalidades, uma vez que tal como se observou no subcapítulo 3.7.2, na maioria dos casos, as videiras encontravam-se com um nível de *stress* superior a -0,3 MPa. Não houve também uma tendência para aumento ou diminuição de g_s ao longo do dia, uma vez que ainda se verificaram temperaturas em média, superiores a 30°C em todas as medições.

O encerramento estomático leva à redução da transpiração, mesmo com uma elevada necessidade de evaporação (Iacono & Sommer, 2000). Isto tem consequências sobre vários processos fisiológicos da planta, não só pela restrição da absorção de CO₂, mas também pelo aumento da temperatura da folha, levando por sua vez a uma redução na assimilação do carbono e na fotossíntese (Lopes, *et al.*, 1998).

Verificando-se a tabela 161 do Anexo IV, os valores da Condutância Estomática em 2016 foram em geral muito superiores comparativamente ao registado em 2017. Denota-se ainda que os valores foram tendencialmente semelhantes ao longo do tempo nas quatro modalidades, não havendo diferenças estatisticamente significativas, com valores superiores deste parâmetro na medição ao início da tarde (14h). Como esperado, a modalidade R₇₅ foi a que obteve valores ligeiramente superiores, indicando que menor desconforto hídrico conduziu à menor produção de ácido abscísico (ABA),

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

que levaria ao encerramento estomático, ao contrário do que aconteceu em 2017, em que as elevadas temperaturas levaram ao fecho dos estomas em todas as videiras, independentemente da modalidade. Em relação à diferença entre blocos, em 2016 não se registou significância estatística (Anexo IV, Tabela 162).

Tabela 32: Taxa de Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto.

Taxa de Transpiração – E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						
Data	Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Sig. ⁽¹⁾
7 julho	10h	0,40	0,77	0,73	0,66	n.s.
	14h	1,48	1,66	2,27	2,35	n.s.
21 julho	10h	1,09	0,97	1,02	0,87	n.s.
	14h	0,95 a	1,56 b	1,08 ab	1,64 b	*
	17h30m	0,98	1,40	1,19	1,41	n.s.
9 agosto	10h	0,38	0,63	0,25	0,54	n.s.
	14h	-0,27	0,28	0,46	0,70	n.s.
	17h30m	-0,75	-0,18	-0,22	-0,55	n.s.
18 agosto	10h	-0,04	0,12	0,03	0,04	n.s.
	14h	-0,43	0,57	0,14	0,22	n.s.
	17h30m	0,09	0,28	0,38	0,77	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” - $p < 0,05$.

Quanto à Taxa de transpiração (E), verifica-se, no geral um aumento até à medição do início da manhã para a medição a meio do dia em geral nas modalidades com maiores dotações de rega, acompanhando a subida da temperatura, mas que é contrariada da medição das 14h para as 17 horas e 30 min. Verifica-se ainda que existe uma correlação positiva entre as dotações de rega e a taxa de transpiração, constatando-se que em situações de maior conforto hídrico, levaram a maiores perdas de água por transpiração (tabela 32).

Este dado refere-se à última fase do movimento da água através do contínuo solo-planta-atmosfera, através de um gradiente decrescente do potencial hídrico desde o solo, através da planta e é libertada para a atmosfera. À medida que diminui o conteúdo em água, o potencial hídrico foliar diminui, culminando com o fecho parcial dos estomas que determina a redução da transpiração (Guardiola & García, 1990), tal como se verifica na medição das 17 horas e 30 minutos, em que devido à elevada transpiração e elevadas temperaturas, este valor torna-se em alguns casos negativo. Apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

modalidades, verifica-se uma tendência para o aumento das taxas de transpiração nos tratamentos em que foi aplicado um maior teor de água.

Em relação aos blocos, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas nas medições de 21 de julho às 14h e na medição de 18 de agosto às 10h. Na primeira medição verificou-se que a taxa de transpiração foi inferior no bloco 1 e superior no bloco 2. Na medição de 18 de agosto, verificou-se igualmente que o menor valor foi registado no bloco 1, mas pelo contrário, o valor mais elevado foi registado no bloco 3 (tabela 33).

Tabela 33: Diferenças estatisticamente significativas na Taxa de Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) nos blocos nos dias 21 de julho e 18 de agosto.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
21 julho (14h)	0,98 a	1,57 b	1,37 ab	*
18 agosto (10h)	-0,25 a	0,15 ab	0,21 b	*

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA).*** – $p < 0,05$

O aumento da transpiração, em 2016 também se verificou superior nas modalidades com maior influência da rega (Anexo IV, tabela 166), havendo diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades, em particular na medição do início da manhã e do fim da tarde, sendo os valores semelhantes quando a temperatura e a radiação são máximas no dia. Na medição das 10h registaram-se ainda diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 1 e 3, sendo o valor maior registado no bloco localizado a uma altitude inferior (Anexo IV, tabela 167).

Quanto à Eficiência do Uso de Água (WUE), como se verifica na tabela 34, os valores máximos foram registados na medição das 10 horas da manhã, e os valores mais baixos ao fim da tarde.

Tabela 34: Eficiência do Uso de Água ($\mu\text{mol.mmol}^{-1}$) média nas diferentes modalidades, em momentos diferentes do dia e em quatro datas ao longo do mês de julho e agosto. Dados não tratados estatisticamente.

Eficiência do Uso de Água – WUE ($\mu\text{mol.mmol}^{-1}$)					
Data	Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅
7 julho	10h	20,80	15,99	15,92	15,13
	14h	2,08	5,17	3,24	4,31
21 julho	10h	8,19	10,67	9,66	12,89
	14h	3,49	4,85	4,38	4,91
	17h30m	3,28	3,58	5,55	4,76
9 agosto	10h	7,13	18,47	11,91	21,26
	14h	-0,30	2,89	-1,49	4,29
	17h30m	0,29	-1,44	12,15	-6,07

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

	10h	6,84	-3,38	-37,83	7,47
18 agosto	14h	-1,85	3,77	10,88	0,09
	17h30m	-0,98	-14,96	4,81	4,05

A partir desta medição, verifica-se que este parâmetro é bastante variável entre modalidades e entre a altura das medições, sendo como seria de esperar, em geral mais baixo na testemunha não regada.

Analisando a tabela 34, em todas as modalidades verifica-se, em média, um decréscimo da primeira para a segunda medição do dia dos níveis de WUE. As modalidades com maior dotação de rega, nas medições de julho, registaram valores mais elevados deste parâmetro, no entanto, isto não se registou nas duas últimas medições devido ao aumento do *stress* em todos os tratamentos.

4.8 Evolução da maturação, qualidade da vindima e componentes de rendimento

Apesar do elevado grau de adaptação da videira a situações de depressão hídrica, esta é uma planta que necessita de uma alimentação hídrica equilibrada e suficiente de forma a demonstrar todo o seu potencial e em especial na sua vertente qualitativa (Trujillo, *et al.*, 2007).

A qualidade da uva é determinada durante o período de maturação, iniciando-se com a paragem de crescimento coincidente com a fase de “pintor” e terminando na vindima, sendo que as condições em que se desenrola a atividade fotossintética durante o período de maturação e conseqüentemente, a sua duração, determinam a qualidade da uva, mosto e finalmente, o vinho (Hidalgo, 1999). Verifica-se portanto, que condições de déficit hídrico juntamente com elevadas temperaturas permitem o aumento da síntese de compostos aromáticos, levando no entanto a uma mais rápida destruição destes por oxidação e levando a vinhos de carácter mais pesado e menos florais (Magalhães, 2008). É portanto na fase desde o pintor até à maturação fisiológica que ocorrem diversos fenómenos quer na película, quer na polpa como a acumulação de açúcares e compostos fenólicos e a diminuição da concentração de ácidos orgânicos, ocorrendo no final da fase de maturação a acumulação de compostos aromáticos (Ribéreau-Gayon, *et al.*, 1998).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Ao longo do ensaio, foram realizadas duas medições para a monitorização de parâmetros qualitativos, nos dias 16 e 24 de agosto, nomeadamente: Álcool Provável (%); pH; Acidez Total (g/L), Ácido Málico (g/L), Antocianinas (mg/L) e Polifenóis (mg/L). Estes parâmetros foram também verificados aquando da vindima da parcela estudada, realizada no dia 9 de setembro.

4.8.1 Composição dos mostos

Álcool Provável (%)

O gráfico da figura 41 demonstra a evolução do teor de álcool provável (%) nas diferentes modalidades, entre os dias de controlo de maturação e no dia em que se realizou a vindima.

A acumulação de açúcares é dos fenómenos mais importantes que acontecem na maturação e que potencia a posterior formação de outros compostos, nomeadamente o aumento da concentração de antocianinas, polifenóis e aromas (Cardoso, *et al.*, 2005).

O aumento da concentração está intimamente relacionado com a atividade fotossintética, que depende de fatores já observados anteriormente ao longo deste trabalho.

Observando a figura 41, verifica-se que apesar de haver um aumento constante da percentagem de álcool, esta não é distinguível entre os diferentes tratamentos, observando-se uma homogeneidade deste teor nas diferentes modalidades.

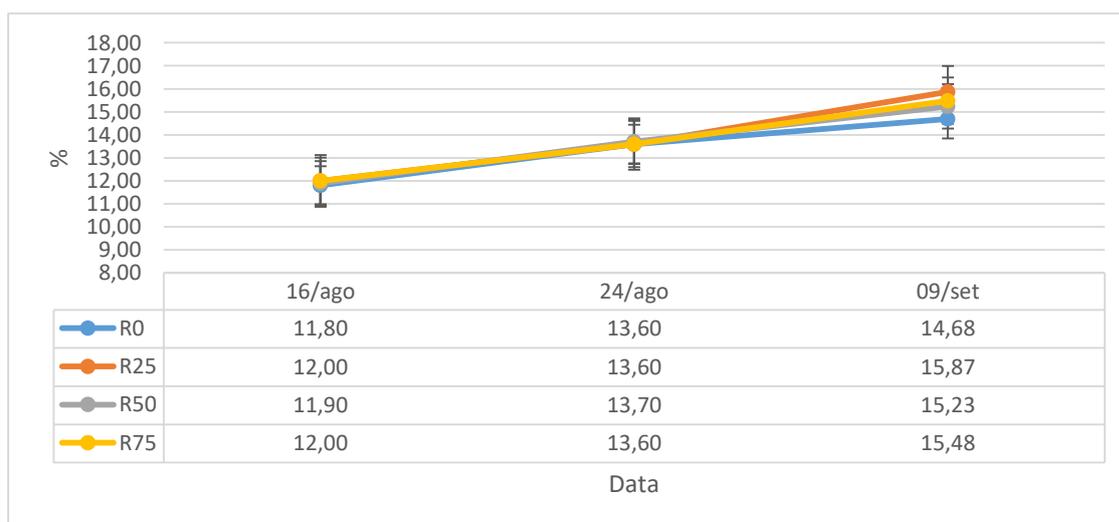


Figura 41: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

No dia 9 de setembro registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre blocos, particularmente entre o bloco 1, que registou o valor mais baixo, e o bloco 3, onde se verificou uma maior percentagem de álcool provável (tabela 35).

Tabela 35: Diferenças na percentagem de Álcool Provável entre blocos, no dia 9 de setembro.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Álcool Provável (%)	14,25 a	15,41 ab	16,29 b	**

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA). *** – p <0,01.

Os resultados obtidos no presente estudo diferem com as conclusões obtidas por Teixeira (2015), sendo que nesse ano apesar dos valores serem relativamente próximos, o valor mais baixo registado foi em R₀ e o mais elevado registou-se na modalidade com R₅₀, sendo que neste caso a diferença foi estatisticamente significativa.

No caso da percentagem de álcool provável obtido no dia 23 de setembro 2016, verifica-se que este parâmetro é crescente de R₀ para R₇₅, havendo diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e a testemunha com maior dotação de rega (Anexo IV, tabela 171). Estes resultados obtidos no passado ano indicam, portanto, que poderá haver uma correlação entre o *stress* hídrico e a evolução da concentração de açúcar nos bagos. Desta forma, apesar de se prever a diluição dos açúcares nas modalidades com dotações mais elevadas, verificou-se que nestas foi onde se registaram os valores mais elevados de álcool provável, ao contrário do que aconteceu no ano de 2017, uma vez que tendo sido um ano extremamente quente e seco, as diferenças entre tratamentos não foram tão evidentes. Os valores do ano de 2016 são, portanto, mais similares aos obtidos por Teixeira (2015), no que concerne à modalidade com menor percentagem de álcool provável, ou seja nas videiras com ausência de rega.

Em relação à diferença entre blocos, em 2016 não se registaram diferenças estatisticamente significativas (Anexo IV, tabela 172).

pH

A região do Douro, sendo uma zona com elevadas temperaturas, leva a uma maior oxidação dos ácidos do bago, levando, como consequência, ao aumento do pH. Segundo Champagnol (1984), os valores de referência situam-se entre os 2,3 e 2,9 na fase de pintor e entre 3,2 e 4,0 na fase de maturação. Autores referem que aquando de níveis muito elevados de pH originam instabilidade microbiológica, tendo influência na cor do vinho, fermentação malolática, aroma e na estabilidade de proteínas e metais (Peynaud, 1972).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

O gráfico da figura 42 representa a evolução do pH. Desde a primeira medição para a segunda verifica-se uma ligeira redução geral deste parâmetro que aumenta com alguma significância na terceira medição, que corresponde com a vindima.

Todas as modalidades demonstraram um comportamento semelhante entre si e, para além disso, verifica-se que o aumento não é constante entre os diferentes tratamentos verificando-se que na última medição, os tratamentos que apresentam um menor pH são as modalidades R₀ e R₅₀. Apesar disso, todas as modalidades apresentaram valores superiores de pH em relação aos de referência sugeridos por Champagnol (1984).

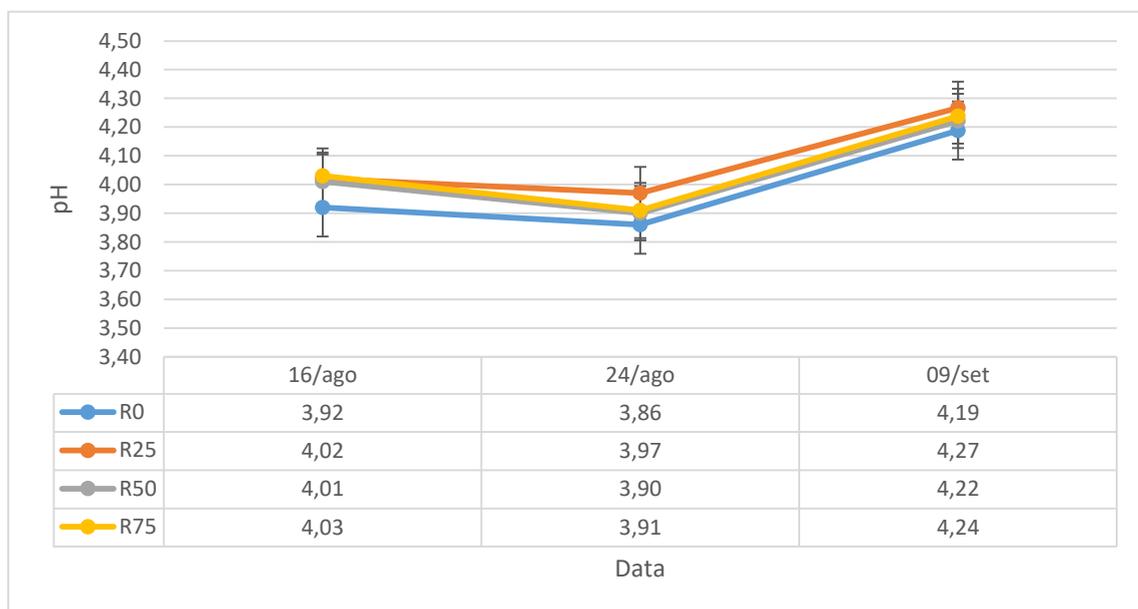


Figura 42: Evolução do pH entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.

Em relação ao pH registado em 2015, comparando com o registado no dia 9 de setembro, o pH mais elevado foi registado igualmente na modalidade R₂₅ e a maior acidez (pH mais baixo), em 2015 tal como o que aconteceu no ano em que ocorreu este trabalho foi na modalidade não sujeita a rega. Por outro lado, verifica-se que enquanto o pH médio registado em 2015 foi de cerca de 3,89; no ano de 2017 tal como se verifica na figura 42, regista-se uma maior basicidade em todas as modalidades, com uma média de 4,23.

A diferença entre as modalidades poderá estar relacionada com a parte vegetativa, uma vez que um maior ensombramento poderá levar ao aumento da basicidade (Queiroz, 2002).

Em 2016, apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas quer entre blocos, quer entre modalidades (Anexo IV, tabelas 171 e 172), o pH foi superior

no tratamento que não sofreu irrigação e em R₂₅, tendo sido o mais baixo na modalidade R₅₀. Isto demonstra grande variabilidade ao longo dos anos, provavelmente devido à grande variabilidade de temperaturas e precipitação que ocorreram ao longo destes três anos. É, no entanto, de salientar que a média de pH foi superior à obtida em 2015 mas inferior a 2017.

Acidez Total (g/L)

A variação na Acidez Total (g/L) ocorre essencialmente devido à variação e degradação dos ácidos málico e tartárico (Trujillo, 2007). Segundo Champagnol (1984), o conteúdo final de cada um dos ácidos na vindima é o resultado dos fenómenos como acumulação, durante a fase de desenvolvimento do bago, degradação por combustão respiratória, que afeta essencialmente o ácido málico durante a maturação; diluição que afeta todos os ácidos mas com maior intensidade o ácido tartárico; neutralização ou salificação que está diretamente relacionado com o fenómeno de movimento da água e, por fim em menor medida, da transformação parcial do ácido málico em glucose e das migrações do ácido tartárico dependendo da disponibilidade de água no solo.

O gráfico da figura 43 demonstra a Acidez Total (g/L) nas diferentes modalidades. Em todos os tratamentos houve um aumento deste parâmetro, não ocorrendo, no entanto, uma relação entre esta variável e a modalidade de rega, uma vez que os valores são variáveis para os diferentes tratamentos.

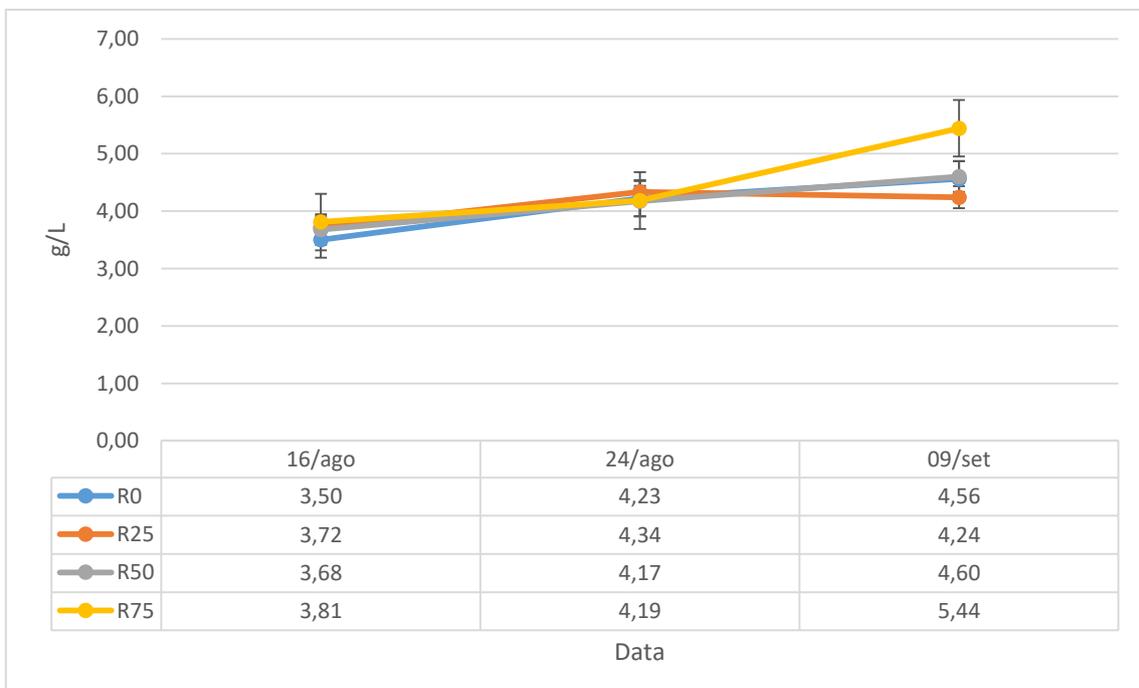


Figura 43: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.

O aumento do conteúdo em ácido poderia ser explicado pela maior disponibilidade de água nas modalidades que foram submetidas a rega, no entanto isto não se verifica neste ensaio, apesar de R_{75} apresentar um valor ligeiramente superior às restantes, mas que não é estatisticamente significativo.

No ano 2015, os valores registados foram inferiores aos registados no ano do presente estudo, registando-se no ano de 2015 o valor mais baixo em R_0 seguido por R_{75} , R_{25} e finalmente o valor mais elevado em R_{50} .

No ano de 2016, não se tendo registado diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos, o valor mais elevado ocorreu na modalidade não regada e as modalidades com igual teor deste parâmetro foram R_{25} e R_{50} , com os valores mais elevados (Anexo IV, tabela 171). Desta forma, não se evidencia uma relação muito evidente entre as videiras com diferentes dotações. Pelo contrário, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre blocos, como se verifica na tabela 172 do Anexo IV, em que o bloco 3 apresentou um valor mais elevado e os blocos nos patamares mais elevados se registaram os valores mais baixos.

Ácido Málico (g/L)

O ácido málico possui, em geral, uma maior concentração no início da maturação. Este maior teor poderá estar associado a uma síntese mais intensa durante a fase de crescimento vegetativo, pela estimulação do vigor, que contribuiria para melhorar os processos de acumulação e minimizar as perdas por fenómenos de diluição que ocorrem durante a maturação (Trujillo, *et al.*, 2007).

Segundo Champagnol (1984), os valores de referência para a concentração deste ácido são de 13,4 a 26,8 g/L na fase de pintor e 0,7 a 2,7 g/L na fase de maturação.

Os dados do gráfico da figura 44 estão de acordo com o referido acima, havendo uma diminuição em todas modalidades ao longo do tempo, sendo esta diminuição mais evidente entre a primeira e a segunda medição. Apesar disto, não houve uma relação evidente entre o teor de ácido málico (g/L) e a dotação de rega, não sendo as diferenças estatisticamente significativas, os valores de R_0 e R_{50} foram inferiores aos restantes.

No caso de mostos, e que se pretende que ocorra fermentação malolática é importante que se evite concentrações baixas de ácido málico, portanto neste caso a modalidade que apresenta um menor potencial enológico é a modalidade sem rega.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

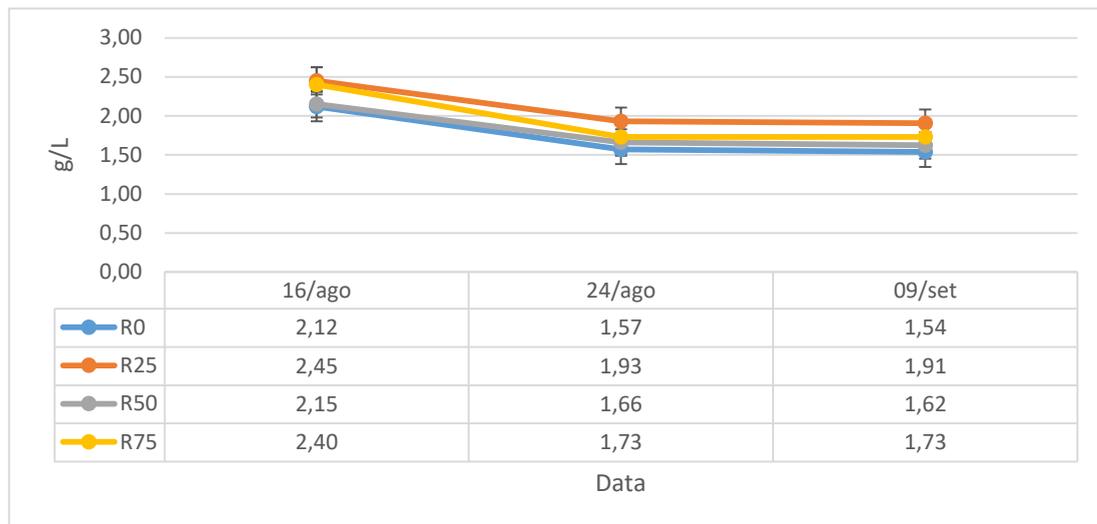


Figura 44: Evolução da Ácido Málico (g/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.

Tal como o que foi verificado por Teixeira (2015), e comparando com a última medição de 2017, o valor mais baixo foi verificado em R₀ e o valor mais elevado foi registado em ambos os casos na modalidade R₂₅, mostrando desta forma alguma tendência de valores mais baixo quando não se sujeita as videiras a qualquer tipo de irrigação e valores superiores no caso de baixas dotações de rega aplicadas.

Já em 2016, tal como que aconteceu no presente ano e há dois anos, apesar de não haver diferenças estatísticas (Anexo IV, tabelas 171 e 172), a modalidade que apresentou um maior teor deste composto foi a modalidade R₂₅, tendo sido o valor menor encontrado na modalidade R₅₀. No ano anterior regista-se, em comparação com 9 de setembro de 2017, valores mais elevados em todas as modalidades, assim como valores mais elevados aos registados em 2015 à vindima, por Teixeira (2015).

No ano de 2016, não se denota, portanto, uma relação evidente entre o efeito da rega e o teor deste parâmetro, estando no entanto, dentro dos parâmetros considerados por Champagnol (1984).

O Índice de Maturação representado na figura 45 não permite verificar uma evolução evidente entre a relação açúcares/acidez, verificando-se apenas um incremento ligeiro apenas nas modalidades R₂₅ e R₅₀, devendo-se sobretudo aos valores elevados obtidos na Acidez Total.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

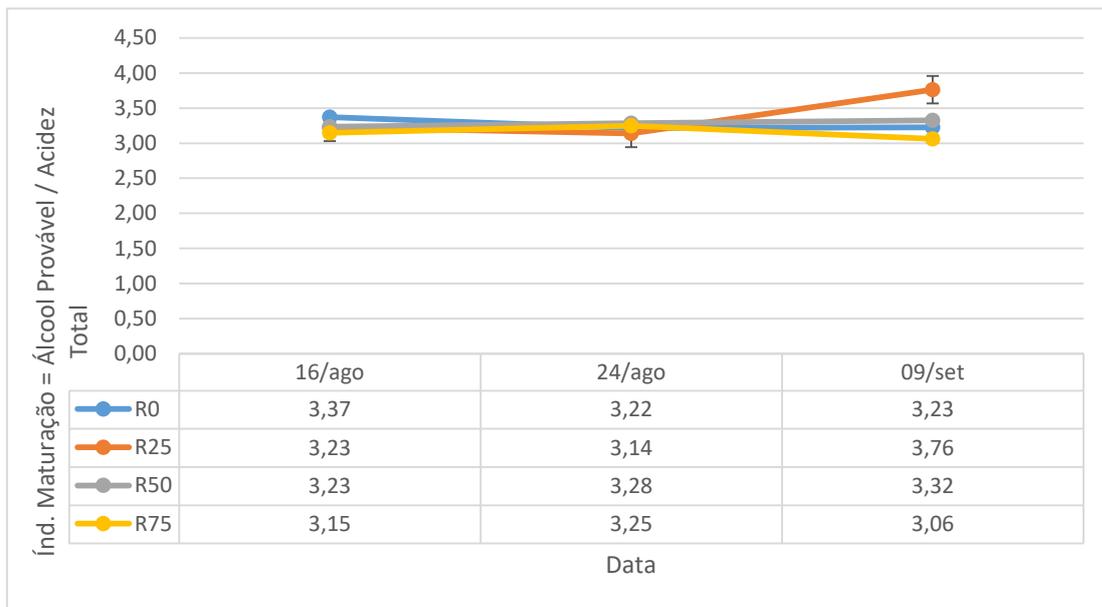


Figura 45: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados não analisados estatisticamente.

Antocianas (mg/L)

As Antocianas são um importante constituinte dos bagos e dos vinhos, sendo responsáveis por todas as diferenças entre as uvas brancas e tintas. Estas, em conjunto com os taninos, são os principais compostos presentes nos vinhos que conferem a sua cor particular (Markakis, 1982).

Estes flavonoides e a sua síntese está diretamente relacionada com fatores ambientais e culturais (Keller, 2015). Assim, temperaturas elevadas, mas inferiores a 35°C e grandes amplitudes térmicas (dias quentes e noites frias) favorecem a síntese de antocianas e portanto vinhos com mais cor. Por outro lado, práticas culturais que conduzam a um maior vigor reduzem o teor de antocianas, pois a produção de fotoassimilados é dirigida para a síntese proteica em vez de açúcares (Magalhães, 2008).

O *stress* hídrico pode portanto ter um efeito benéfico na síntese de antocianas, mas que quando muito marcado, levará à diminuição da atividade fotossintética e à síntese de açúcares, afetando desta forma negativamente a síntese de substâncias corantes (Magalhães, 2008).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

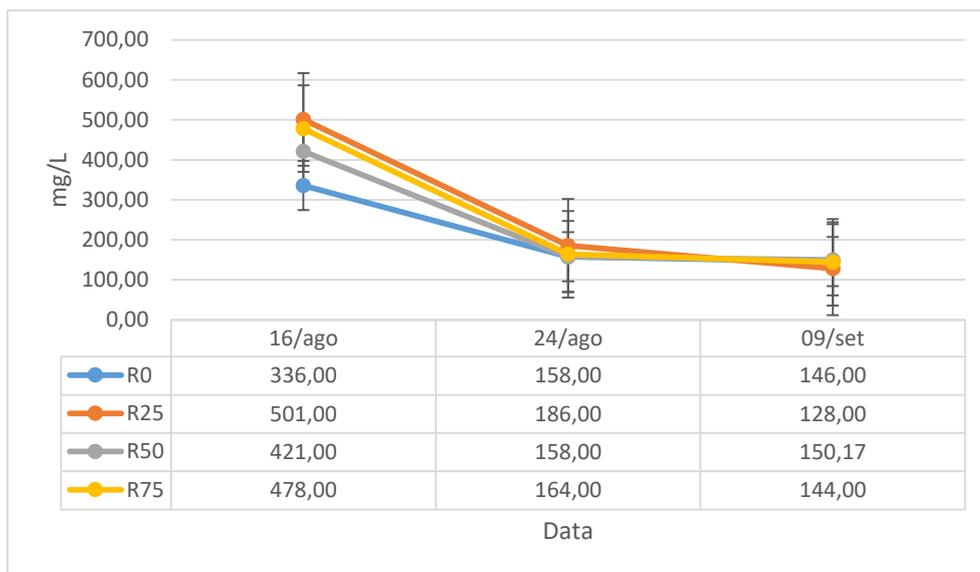


Figura 46: Evolução de Antocianinas (mg/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. Dados estatisticamente não significativos.

Ao observar o gráfico da figura 46, verifica-se uma diminuição das antocianinas em todas as modalidades, mais evidente na medição de 16 para 24 de agosto, mas que também se regista de 24 de agosto para 9 de setembro. Verifica-se ainda um maior teor de antocianinas, apesar de os valores não serem estatisticamente significativos nas modalidades R₀ e R₅₀, sendo esta última a que obteve melhores resultados na última medição, sendo a que obteve os valores superiores. A degradação foi ainda mais evidente nas modalidades R₀ e R₇₅.

Outros estudos verificaram um maior conteúdo de antocianinas por bago em videiras irrigadas, sugerindo portanto que a rega não causa o decréscimo deste composto na película, tendo sido o efeito da diluição devido ao aumento do tamanho do bago que causou menor teor de antocianinas em vinhos de vinhas irrigadas (Orts, 2005). Estes resultados não foram verificados no presente trabalho.

Ao contrário do que aconteceu no ano em que ocorreu este estudo, em 2015, os valores registados por Teixeira (2015) foram idênticos nas modalidades R₀, R₂₅ e R₅₀ e menor teor de Antocianinas na modalidade com R₇₅, tendo-se verificado no entanto um maior teor deste componente em todos os tratamentos em 2015 em comparação com 2017.

A 23 de setembro de 2016, registaram-se valores muito mais baixos comparativamente aos registados no ano do presente estudo. Nesse ano, apesar de as diferenças não serem estatisticamente significativas quer entre blocos quer entre modalidades (Anexo IV, tabelas 171 e 172), o tratamento com maior teor deste

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

componente foi R₇₅ e a modalidade com menor teor foi R₀, tendo sido, portanto, neste caso crescente desde a testemunha não regada até à testemunha em que foi aplicado maior teor de água. Nesse ano, o maior teor de substâncias corantes foi a modalidade com maior dotação de rega, e onde se obteve piores resultados, a modalidade não regada.

Polifenóis (mg/L)

Os Polifenóis ou Flavonóides são um grupo que abrange vários compostos, tais como as antocianinas, os taninos ou as flavonas (Garrido & Borges, 2013). Neste grupo, as antocianinas estão presentes na película e na polpa de algumas castas tintureiras, os taninos encontram-se nas grainhas, engaço e películas e as flavonas dizem respeito aos pigmentos brancos que se encontram na película das castas brancas (Magalhães, 2008).

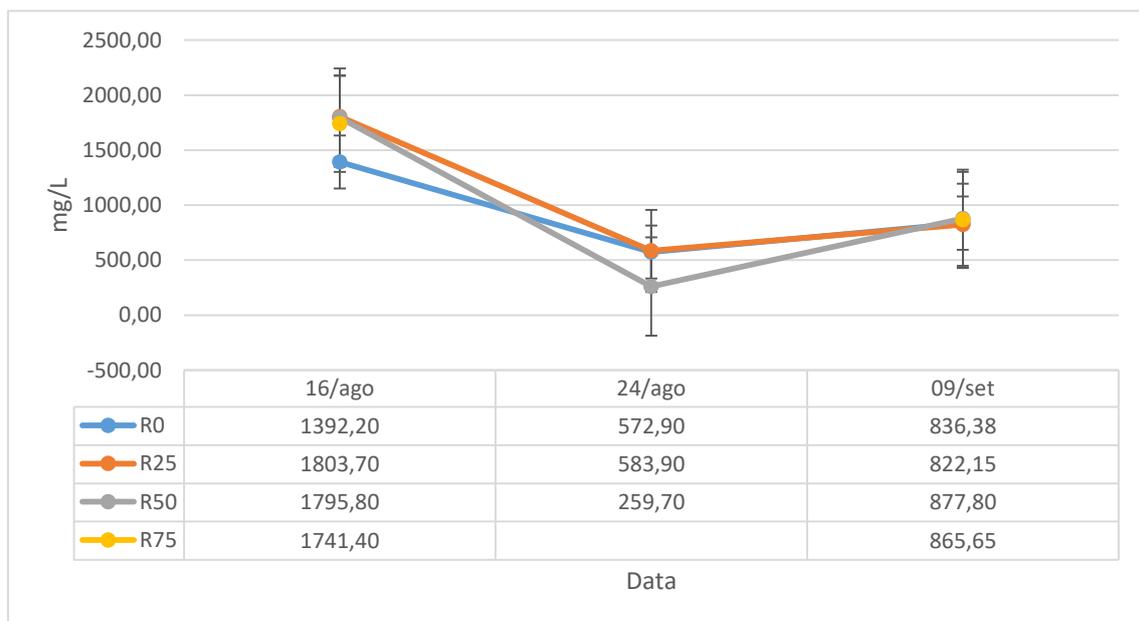


Figura 47: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 16 de agosto e 9 de setembro. A modalidade R₇₅ apenas foi testada a 16 de agosto e 9 de setembro. Dados não significativos estatisticamente.

Para a marcação da data da vindima, poderá ser necessário a análise de polifenóis, uma vez que estão relacionados com diversas características que definem a qualidade do vinho, tais como a adstringência, a capacidade de envelhecimento, a cor ou o corpo do vinho. A análise destes compostos pode portanto complementar outros aspetos importantes para a marcação da vindima, já referidos anteriormente, tais como o álcool provável ou a acidez total (Hidalgo, 1999).

Pela análise do gráfico da figura 47, observa-se uma diminuição deste composto em todas as modalidades. Devido a um problema dos reagentes utilizados na análise deste composto, não foi possível a leitura da modalidade R₇₅ na análise de 24 de agosto.

Da medição de 24 de agosto para 9 de setembro existe um aumento estatisticamente não significativo do teor em polifenóis, notando-se ainda uma convergência dos níveis de concentração deste composto. Observa-se ainda maior concentração de polifenóis nas modalidades com maiores dotações de rega, nomeadamente em R₅₀ e R₇₅. Tal como na maioria dos parâmetros analisados anteriormente, a modalidade R₅₀ foi a que demonstrou um maior teor deste constituinte.

Na medição de 9 de setembro, verificaram-se ainda diferenças estatisticamente significativas entre o bloco 1 e os restantes blocos. O bloco 1 foi ainda onde se registou o menor valor em termos de teor em polifenóis, verificando-se o valor mais elevado no bloco 3 (tabela 36).

Tabela 36: Diferenças no teor em Polifenóis (mg/L) nos diferentes blocos na medição de 9 de setembro.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Polifenóis (mg/L)	783,30 a	870,03 b	898,16 b	**

⁽¹⁾Significância de teste à Análise da Variância de Médias (ANOVA).*** – p < 0,01.

Ao contrário do que aconteceu em 2015 comparando com a medição de 9 de setembro de 2017, em 2015 o menor valor foi registado em R₇₅, mas o valor mais elevado nos dois anos foi registado em R₅₀.

Em 2016, na data da vindima das videiras em teste, obtiveram-se valores quase 50% menores aos obtidos no ano do presente estudo. Observando as tabelas 171 e 172 do Anexo IV, apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos e blocos, a modalidade que apresentou maior teor deste componente foi R₇₅ e, tal como no presente ano, a modalidade com menor teor foi R₂₅, não sendo desejável valores baixos deste composto.

4.8.2 Rendimento à vindima

Em situações de *stress* hídrico e ao longo da maturação, alguns estudos concluem que existe diminuição do peso dos bagos, verificando-se que a irrigação promove quer a multiplicação, quer o aumento do volume celular dos bagos e portanto ao aumento da produtividade das videiras (Ojeda, *et al.*, 2002; Esteban, *et al.*, 2001; Ojeda, *et al.*, 2001).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Na vindima realizada a 9 de setembro da parcela em estudo, procedeu-se ao registo de diversos parâmetros de produtividade, entre eles o número de cachos por videira, peso dos cachos, peso dos bagos, volume dos bagos e a produção por videira.

Número de cachos por videira

Analisando o número médio de cachos por videira à vindima (tabela 36) e o número médio de inflorescências por videira, verificado pela tabela da figura 27 (Capítulo 4.3), verifica-se que um bom instrumento de previsão, havendo uma discrepância mínima entre os valores registados no início do ciclo vegetativo e os valores registados na medição de dia 9 de setembro. Verifica-se assim que as dotações de rega impostas a este grupo de videiras que constituem o ensaio nos últimos anos têm tido um efeito cumulativo e, portanto, ao terceiro ano de ensaio verificam-se já diferenças no número médio de cachos por videira, por tratamento, especialmente entre a modalidade com maior dotação de rega e a que não foi sujeita a rega.

Desta forma, o número médio de inflorescências verificado na modalidade R₀ foi de 7,90; na modalidade R₂₅ foi de 8,88; na modalidade R₅₀, este valor foi de 9,30 e em R₇₅, o número médio de inflorescências foi de 9,70; verificando-se apenas uma pequena discrepância entre estes e os valores obtidos no dia 9 de setembro relativos ao número médio de cachos (tabela 37).

Tabela 37: Número de cachos por videira, registados à vindima.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Nº cachos/ videira	7,60 a	8,80 ab	9,20 ab	9,27 b	8,72	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). “*” - p < 0,05

Observando ainda a tabela 37, verificam-se diferenças estatisticamente significativas, em particular entre a modalidade em que houve ausência de rega e a modalidade exposta ao nível mais elevado de dotação de rega. Em comparação com o ano 2015, em que não se verificaram diferenças entre as modalidades, observa-se, portanto neste ano, uma diferença marcada entre algumas modalidades.

No ano de 2016, o número de cachos e observando-se a tabela 179 do Anexo IV apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas, foi crescente à medida que aumenta a dotação de rega, denotando-se uma certa relação entre a quantidade de água aplicada e o número de cachos. Já entre blocos, não se registaram também diferenças estatisticamente significativas, tal como se verifica na tabela 180 (Anexo IV). É ainda importante referir que o número de cachos em 2016 foi

em média dois cachos a mais em relação ao ano corrente, podendo estar relacionado com as condições de temperatura e precipitação que ocorreram ao longo do ciclo da videira no presente ano.

Em relação ao relatado pela ADVID, o número médio de cachos é similar entre o presente estudo e o relatório divulgado por esta associação (Teixeira, *et al.*, 2017).

Peso dos Cachos (g) por videira

Na tabela 38 observa-se a média do peso dos cachos nas diferentes modalidades. Verifica-se que, tal como esperado, a disponibilidade hídrica influenciou positivamente o peso dos cachos, verificando-se, no entanto, que a modalidade R₅₀ obteve maior peso do que a modalidade R₇₅, não se registando no entanto uma grande diferença entre estas duas modalidades.

Tabela 38: Peso dos cachos (g) médio registado à vindima em cada modalidade.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Peso cachos (g)/ videira	150 a	172 ab	183 b	179 b	172	**

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). "****" - p <0,01

Verifica-se, portanto, uma diferença estatisticamente significativa entre a modalidade não regada e as duas modalidades com as maiores dotações de rega, ou seja, R₅₀ e R₇₅. Também como se verifica na tabela 39, existe uma diferença estatisticamente significativa entre o bloco 3 e os restantes blocos, com este apresentando um peso médio mais elevado.

Tabela 39: Peso dos cachos (g) médio registado à vindima em cada bloco

Bloco	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. ⁽¹⁾
Peso cachos (g)/ videira	157 b	158 b	198 a	171	***

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). "****" - p <0,001

As diferenças entre modalidades registaram-se já no ano de 2015 por Teixeira (2015), sendo que a modalidade onde se obteve menor peso foi R₀ e maior peso foi a modalidade R₅₀. Verifica-se, no entanto, um decréscimo geral do peso dos cachos do ano de 2015 para 2017.

Em 2016 verificaram-se também diferenças estatisticamente significativas quer entre modalidades quer entre blocos, tal como nos anos de 2015 e 2017 (Anexo IV, tabelas 179 e 180), sendo que a modalidade R₀ teve em média menos peso por cacho

e, tal como aconteceu no presente ano, a modalidade R₅₀ foi onde se verificou maior peso dos cachos. Tal como aconteceu no número de cachos, o peso foi bastante inferior em 2017 em todas as modalidades, comparando com o registado no ano anterior.

Peso dos bagos (g)

Na tabela 40 é apresentado o peso dos bagos, em gramas, nas diferentes modalidades. Apesar de as diferenças não serem estatisticamente significativas em qualquer dos tratamentos, a modalidade com maior teor de rega é a que apresenta um maior peso do bago (1,56 g) e a que apresenta o menor peso é a modalidade com baixa dotação de rega (1,36 g). Estes dados vêm contrariar o que foi observado em 2015, em que em todas as modalidades o peso foi superior ao obtido no presente ano, constatando-se ainda que a modalidade onde se obteve um maior peso foi a modalidade R₂₅ (1,85 g) e a modalidade com menor peso foi a modalidade não regada (R₀). Estes últimos dados vão de encontro ao observado por outros autores, em que a casta Cabernet Sauvignon foi exposta a três condições hídricas distintas: alto défice, baixo défice e testemunha, durante o crescimento dos bagos e onde se verificou que o défice hídrico promoveu à diminuição do peso dos bagos (Roby, *et al.*, 2004)

Tabela 40: Peso médio dos bagos (g) registado à vindima.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Peso bagos (g)	1,47	1,36	1,53	1,56	1,48	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). “n.s.” – não significativo.

É, no entanto, importante referir que a evolução do peso dos bagos pode diferir entre castas, não sendo linear para todas as variedades e depende ainda das respostas dos anos anteriores da videira às condições climáticas e culturais.

Em 2016 também não se observou uma relação linear entre o peso do bago e a modalidade, em que, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre modalidades, verificou-se que o valor mais elevado foi registado na modalidade R₅₀ e o valor inferior foi verificado no tratamento sem rega (Anexo IV, tabelas 179). Tal como aconteceu nos parâmetros acima descritos, também o peso dos bagos foi inferior, cerca de 0,3g em todas as testemunhas, quando em comparação com os valores descritos no ano do presente trabalho. É no entanto de referir, que se registaram diferenças estatisticamente significativas nos dados de 2016 em termos de blocos, sendo o bloco 3 o que apresentou um peso médio superior e diferente dos restantes blocos (Anexo IV, Tabela 180).

Os resultados obtidos para este parâmetro estão de acordo com o observado pela ADVID para o presente ano, com peso médio dos bagos, em geral abaixo de 1,5 g (Teixeira, *et al.*, 2017).

Volume do bago (mL)

Na análise do volume dos bagos, tal como se verifica na tabela 41, existe como seria de esperar uma correlação entre o peso do bago e o seu volume, verificando-se portanto que as variações de peso se devem essencialmente a absorção de água ou desidratação.

Tabela 41: Volume médio do bago (mL) registado à vindima.

Modalidade	R₀	R₂₅	R₅₀	R₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Volume do bago (mL)	0,94	0,82	1,04	1,09	0,97	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). "n.s." – não significativo.

Constata-se assim que, apesar de as diferenças não serem significativas entre as modalidades, a disponibilidade hídrica poderá ter contribuído para o aumento da quantidade de polpa produzida, verificando-se neste caso que as modalidades R₅₀ e R₇₅, tal como no peso do bago, se obteve valores maiores, demonstrando assim uma tendência para o aumento deste parâmetro

Em 2016, analisando as tabelas 179 e 180 do Anexo IV, não houve diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades. No entanto a modalidade com maior volume foi R₅₀ e com menor, R₀, ou seja, resultados diferentes aos obtidos no ano do presente trabalho. Verifica-se ainda que este parâmetro foi bastante superior no passado ano de 2016 em relação ao que ocorreu em 2017, comparando com os valores da tabela 41.

Por outro lado, este aumento do volume nos bagos vai levar a um aumento da produtividade, mas a uma diminuição da relação película/polpa.

Produção por videira (kg)

Na vindima, para além da contagem do número de cachos por videira, procedeu-se ainda à pesagem total de cachos produzidos. Esta componente é extremamente importante, pois irá representar a capacidade produtiva das cepas e desta forma permite averiguar a influência das diferentes dotações de rega na produtividade.

A tabela 42 apresenta o rendimento por videira. Nesta tabela, verifica-se uma correlação entre a quantidade de rega a que as videiras foram sujeitas e a produção

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

média por videira, registando-se diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e as duas modalidades com maiores dotações de rega.

Tabela 42: Média de rendimento por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima.

Modalidade	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Produção por videira (Kg)	1,21 a	1,60 ab	1,61 b	1,71 b	1,56	**

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). “***” – p<0,01

Registaram-se ainda diferenças entre blocos, tal como se observa na tabela 43, em particular entre o bloco 3 e os restantes blocos, verificando-se que este último foi o que apresentou maior peso.

Tabela 43: Média de produção de cachos por videira (Kg) entre blocos registadas à vindima.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Produção por videira (Kg)	1,47 a	1,36 a	1,85 b	***

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). “***” – p<0,001.

As diferenças observadas nas tabelas 42 e 43 foram também registadas por Teixeira (2015), em que apesar de não se verificarem diferenças evidentes entre modalidades, distinguem-se estatisticamente os blocos, verificando-se igualmente que o bloco 3 foi o que demonstrou valores mais elevados. Tal como nesse ano, isto pode ter a ver com fatores ambientais mais favoráveis no bloco 3 por estar numa quota de altitude mais baixa em comparação com os outros dois blocos. Apesar de tudo, a produção por videira em comparação com o ano de 2015, foi bastante inferior, chegando mesmo a diferenças de quase um quilograma em algumas modalidades, verificando-se, portanto, que este foi um ano de baixa produção.

Em 2016, tal como aconteceu no presente ano, verificaram-se diferenças estatisticamente evidentes entre blocos e entre modalidades, em que o menor peso foi registado na modalidade não regada e razoavelmente inferior aos restantes tratamentos (Anexo IV, tabela 179). Pelo contrário, a modalidade que registou maior peso foi R₅₀, distinto do que aconteceu no presente ano. Também em relação aos três blocos, verificaram-se diferenças estatisticamente evidentes entre o bloco 1 e 2 (menor peso), em relação ao bloco 3, tal como verificado no ano do presente trabalho (Anexo IV, tabela 180).

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Este parâmetro à semelhança com os parâmetros anteriormente descritos, foi também significativamente inferior em todas as modalidades de 2016 para 2017.

Em comparação com os dados registados no presente ano pela Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, a média registada na Quinta da Cabreira (1,53 kg) foi ligeiramente superior à média registada por esta associação (1,3 kg) (Teixeira, *et al.*, 2017).

5. Conclusões

O estudo realizado incidiu sobre o efeito de quatro diferentes modalidades de rega e os seus efeitos em diferentes parâmetros na casta Touriga Franca, localizada na sub-região do Douro Superior.

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram retirar algumas conclusões sobre o efeito que diferentes dotações exercem em diversos parâmetros quer ao nível vegetativo, quer nos cachos, permitindo verificar se existem ou não benefícios no rendimento e qualidade da colheita e, a partir destes, verificar qual a evapotranspiração cultural (ET_c) que irá demonstrar mais vantagens.

Apesar de este estudo ser uma continuação de outros realizados desde 2015, os resultados obtidos no presente ano são muito influenciados pelas condições climáticas que se fizeram sentir neste mesmo ano, não querendo, no entanto, dizer que não existe um efeito cumulativo nas videiras e na água aplicada nos anos anteriores.

Em primeiro lugar, o ciclo vegetativo do ano de estudo foi extremamente diferente ao verificado no ano anterior, registando-se como um dos anos mais secos de há várias décadas, não só devido à inexistência ou reduzida precipitação nas estações da primavera e verão, mas também à muito baixa precipitação que ocorreu ao longo de todo o inverno, desde o ano anterior. Foi assim um ano em que foi necessária maior frequência de rega em comparação com o ano de 2016.

No que se refere às medições ocorridas no início do ciclo fenológico, permitiram aferir a homogeneidade do ensaio experimental, incluindo a carga à poda, o número de pâmpanos e o número de inflorescências. Através destes parâmetros foi ainda possível calcular outros como a percentagem de abrolhamento e o Índice de Fertilidade Potencial (IFP). Neste sentido, registou-se uma homogeneidade entre a carga média deixada à poda e o número médio de pâmpanos por videira nas diferentes modalidades, assim como na taxa de abrolhamento.

Já no que diz respeito ao número médio de inflorescências, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e R_{50} e a modalidade R_0 quando comparada com R_{75} .

No que diz respeito à Área Foliar, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas em todas as modalidades, em particular na Área Foliar das Netas e

Principais entre a testemunha não regada e R_{75} e na Área Foliar Total registaram-se diferenças entre a modalidade R_0 e a modalidade R_{75} no dia da vindima.

Em termos de medições da densidade vegetal, na medição do “Point Quadrat” registaram-se diferenças estatisticamente significativas no Número de Camadas de Folhas, em particular entre R_0 e a modalidade com a maior dotação de rega e na Percentagem de Buracos, na medição de 6 de julho entre R_{25} e os tratamentos R_0 e R_{75} , em que R_{25} foi onde se registou o menor valor. Já na medição de 9 de setembro, apesar de não se terem verificado diferenças estatísticas, a taxa de falhas na vegetação foi maior em R_0 , tendo aumentado tal como esperado, da primeira para a última medição. Já no caso da Superfície Foliar Exposta ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade R_0 e as duas modalidades em que foi aplicado um maior teor de água.

Em relação às medições ecofisiológicas, em termos de Potencial Hídrico de Base, os registos feitos no dia 25 de maio e 20 de julho demonstram valores semelhantes entre modalidades, que acabam por se diferenciar na medição realizada no início de agosto já com desigualdades estatisticamente significativas entre R_0 (maior stress hídrico) e R_{75} . A 17 de agosto são também observadas diferenças estatísticas entre a modalidade não regada e as duas modalidades com maiores teores de dotação de rega.

No caso do Potencial Hídrico Diário existem também, em geral diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades, mais concretamente entre R_0 e R_{25} em comparação com as modalidades com maiores taxas de evapotranspiração. Neste parâmetro, os valores mais elevados foram ainda registados ao início da tarde (às 14h) e os mais baixos, foram medidos durante a madrugada (4h).

Nas medições das trocas gasosas, feitas com o dispositivo IRGA, em termos de Fotossíntese Líquida não se registaram diferenças estatísticas relevantes entre modalidades, no entanto em geral houve uma tendência para ocorrerem valores superiores em R_{75} e inferiores na testemunha não regada. Em termos de Condutância Estomática, os valores foram em média extremamente baixos em todas as datas e nas horas em que se realizaram, devido às elevadas temperaturas que se fizeram sentir e revelando um elevado índice de *stress* hídrico, registando-se apesar de tudo diferenças estatísticas entre diferentes modalidades a 7 e 21 de julho na medição das 14h. Já na Taxa de Transpiração, houve um aumento em geral deste parâmetro da medição das 10h para as 14h, sendo que na maior parte dos casos houve uma redução desta taxa

das 14h para a última medição do dia. Nos tratamentos em que houve um maior conforto hídrico, apesar de não se registarem diferenças estatisticamente significativas, observaram-se maiores perdas por transpiração.

Em termos dos componentes de qualidade dos mostos, em geral não se verificaram diferenças estatisticamente significantes entre modalidades, observando-se no entanto que a percentagem de álcool provável foi ligeiramente superior em R₂₅ e inferior em R₀, o pH foi também superior tanto em R₂₅ como em R₇₅ e com menores valores na modalidade não regada, a Acidez Total registou os maiores valores em R₇₅ e o menor valor em R₂₅; no caso do Ácido Málico, tendo-se registado uma diminuição ao longo das medições, a testemunha R₀ registou o menor valor e R₂₅ foi a que obteve o valor mais elevado. No caso das Antocianinas e Polifenóis, o tratamento em que não se aplicou rega foi onde se registou o valor mais baixo e o valor mais elevado foi verificado em R₇₅.

Por fim, nos componentes de rendimento verificam-se algumas diferenças em termos estatísticos entre os parâmetros, em particular no número de cachos em que houve diferenças entre R₀ e R₇₅, com a primeira a registar o menor número; no caso do peso dos cachos houve também diferenças entre R₀ e as duas modalidades com maior teor de rega. No caso quer do peso quer no volume dos bagos, apesar de não se terem registado diferenças estatisticamente significativas, obtiveram-se valores superiores nas duas modalidades com as mais altas percentagens de evapotranspiração.

Na produção por videira, na altura da vindima registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as duas modalidades com as maiores dotações de rega em comparação com a testemunha não regada.

Desta forma, e como conclusão, as modalidades que em geral registaram os valores mais favoráveis foram as modalidades R₅₀ e R₇₅. Apesar disso, será interessante a continuação deste estudo, uma vez que será expectável que estas diferenças entre modalidades sejam cada vez mais evidentes. É também importante referir que devido às disparidades tão grandes em termos climáticos ao longo dos últimos 3 anos de estudo, seja importante dar continuidade a este estudo de forma a colmatar esta problemática e reforçar os resultados obtidos nestes últimos anos.

Por ter sido um ano extremamente seco, no ano em que se registaram estes parâmetros, poderá não ter havido tantas diferenças em termos estatísticos uma vez que após 4 a 5 dias todas as videiras em estudo e independentemente da modalidade mostravam já sinais de *stress* hídrico, como demonstravam os valores da sonda do solo

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

presente na Quinta. Desta forma, será de ponderar a realização de rega com uma maior frequência, a cada 5 dias por exemplo em detrimento do uso a cada 15 dias, para que os resultados estejam mais dependentes das dotações de rega e não tanto dos fatores climáticos.

Apesar de tudo, os resultados deste estudo demonstram já evidências tanto em termos qualitativos como quantitativos que maiores dotações de rega parecem ter um impacto positivo nas videiras e particularmente na produção e uvas para vinificação.

6. Referências

- Acevedo-Opazo, C., Ortega-Farias, S., & Fuentes, S. (2010). Effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water status on water consumption, vegetative growth and grape quality: An irrigation scheduling application to achieve regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 97, 956-964.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO Irrigation and drainage.
- Almeida, C. (2006). *História do Douro e do Vinho do Porto*. Edições Afrontamento.
- Alves, F., Costa, J., Costa, P., Correia, C., Gonçalves, B., Soares, R., & Moutinho-Pereira, J. (2013). Grapevine water stress management in Douro region: long-term physiology, yield and quality studies in cv. Touriga Nacional. Porto: 18th International Symposium GiESCO.
- AQUAGRI. (1998). *Sonda EnviroSCAN*. Obtido de <http://www.aquagri.com/site/index.php/pt/equipamentos/sentek-sensor-technologies/150-sonda-enviroscan>
- Attia, P. (2007). *Effet du stress hydrique sur le comportement ecophysiologique et la maturite phenolique de la vigne Vitis vinifera L.: Etude de cinq cepages autochtones de Midi-Pyrenees*. Toulouse: Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Badenes, M. L., & Byrne, D. H. (2012). *Fruit Breeding*. New York: Springer Science+Business Media.
- Baeza, P., Bartolome, M., Sotes, V., Ruiz, C., & Lissarrague, J. (1999). Diferencias en la superficie foliar de cuatro sistemas de conduccion de la vid y sus consecuencias en el desarrollo y la produccion. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 14 (1-2), pp. 173-190.
- Balint, G., & Reynolds, A. (2013). Effect of different irrigation strategies on vine physiology, yield, grape composition and sensory profile of Sauvignon Blanc (*Vitis vinifera* L.) in a cool climate area. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 47(3), 159-181.

- Balint, G., & Reynolds, A. (2014). Effect of different irrigation strategies on vine physiology, yield, grape composition and sensory profiles of *Vitis vinifera* L. Cabernet-Sauvignon in a cool climate area. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 48(4), 269-292.
- Bohm, J. (2010). *Portugal Vitícola - O Grande Livro das Castas*. Lisboa: Chaves Ferreira Publicações.
- Bohm, J. (2013). *História*. Obtido de Vine to Wine Circle: <http://www.vinetowinecircle.com/historia/>
- Botelho, M., Cruz, A., & de Castro, R. (2012). Densidade do coberto vegetal na casta 'Alfrocheiro' (*Vitis vinifera* L.) I. Efeitos na estrutura e microclima do coberto vegetal, vigor e expressão vegetativa. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 27(2), 103-114.
- Boyer, J. S., Wong, S., & Farquhar, G. (1997). CO₂ and Water Vapor Exchange across Leaf Cuticle (Epidermis) at Various Water Potentials. *Plant Physiology*, 114, 185-191.
- Cabral, B. (2017). *Efeitos de estratégias de rega deficitária sobre o rendimento e qualidade da casta Touriga Nacional na região do Douro*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Calhau, A. F. (2011). *Efeitos da desfolha precoce e da monda de cachos no rendimento e qualidade de uvas e vinho na casta Cabernet Sauvignon*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Carbonneau, A. (1996). General Relationship within the whole-plant: Examples of influence of vigour status, crop load and canopy exposure on the sink "berry maturation" for the grapevine. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality. Acta Hort.*, 427, 99-118.
- Carbonneau, A., Deloire, A., & Jaillard, B. (2007). *La Vigne: Physiologie, terroir, culture*. Paris: Dunod.
- Cardoso, A., Carvalheira, J., Coimbra, M., & Rocha, S. (2005). *Tecnologia dos Vinhos Tintos*. Coimbra: Direção Regional de Agricultura da Beira Litoral.

- Castro, R. (2011). *Catálogo das castas para vinho cultivadas em Portugal* (Vol. II). Lisboa, Lisboa: Chaves Ferreira - Publicações SA.
- Castro, R., Cruz, A., & Botelho, M. (20016). *Tecnologia Vitícola*. Coimbra: Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas .
- Castro, R., Cruz, A., & Botelho, M. (2015). *Manual de Sistemas de Condução da Vinha*. Carnaxide: Bayer.
- Champagnol, F. (1984). *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale* (Montpellier ed.). Prades-le-Lez.
- Chauvet, M., & Reynier, A. (1979). *Manual de Viticultura*. Biblioteca Agrícola Litexa.
- Chaves, M., Santos, T., Souza, C., Ortuño, M., Rodrigues, M., Lopes, C., . . . Pereira, J. (2007). Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology*, 150(2), 237-252.
- Choné, X., Tregoat, O., van Leeuwen, C., & Dubourdieu, D. (2000). Vine water deficit : among the 3 applications of pressure chamber, stem water potential is the most sensitive indicator. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 34(4), 169-176.
- Clímaco, P., Lopes, C., Carneiro, L., & Castro, R. (2003). Efeito da casta e do porta-enxerto no vigor e na produtividade da videira. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 18(1), 1-14.
- Coombe, B. (1995). Growth Stages of the Grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1, 100-110.
- De La Hera Orts, M., Martínez-Cutillas, A., López Roca, J., Pérez-Prieto, L., & Gómez-Plaza, E. (2005). Effect of deficit irrigation on anthocyanin content of Monastrell grapes and wines. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 39(2), 47-55.
- Deloire, A., Carbonneau, A., Wang, Z., & Ojeda, H. (2004). Vine and Water: A Short Review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* , 38(1), 1-13.

- Deloire, A., Vaudour, E., Carey, V., Bonnardot, V., & van Leeuwen, C. (2005). Grapevine responses to terroir: A global approach. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 39(4), 149-162.
- Delrot, S., Gambetta, G., & Goutouly, J.-P. (2014). Effets du déficit hydrique sur les flux d'eau et la teneur en sucres dans les baies de raisin. *Innovations Agronomiques*, 38, 33-47.
- Di Filippo, M., & Vila, H. (2011). Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 45(2), 75-84.
- EPPO/OEPP. (1984). EPPO Crop Growth Stage Keys: Echelles OEPP des stades de développement des plantes cultivées: Grapevine/Vigne. *OEPP/EPPO Bulletin*, 14(2), 295-296.
- Esteban, M., Villanueva, M., & Lissarrague, J. (2001). Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. Tempranillo (*V. vinifera*, L.) grape berries during ripening. *J. Sci. Food & Agric*, 81, 409-420.
- Etchebarne, F., Ojeda, H., & Hunter, J. (2010). Leaf:fruit ratio and vine water status effects on grenache noir (*Vitis vinifera* L.) berry composition: water, sugar, organic acids and cations. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 31(2), 106-115.
- Falcão, R. (2014). *Douro Wine Tourism*. Lamego: Beira Douro - Associação de Desenvolvimento do Vale do Douro.
- Ferrão, M. (2014). *Efeito da rega deficitária no vigor, produção e qualidade da casta Alvarinho (Vitis vinifera, L.) na Região dos Vinhos Verdes*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.
- Figueiredo, T. (2015). *Proteção do Solo em Viticultura de Montanha: Manual Técnico para a Região do Douro*. Vila Real: ADVID.
- Flexas, J., Bota, J., Escalona, J., Sampol, B., & Medrano, H. (2002). Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. *Functional Plant Biology*, 29(4), 461-471.

- Fonseca, A. (2010). *Condução de Videiras em Patamares Estreitos na Região do Douro: Casta Touriga Franca*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Freeman, B. M., & Kliewer, W. (1983). Effect of Irrigation, Crop Level and Potassium Fertilization on Carignane Vines. II. Grape and Wine Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 34, 197-207.
- Fregoni, M. (1999). *Viticotura di qualità*. Tecniche Nuove.
- Gamero, E., Moreno, D., Talaverano, I., Prieto, M., Guerra, M., & Valdés, M. (2014). Effects of Irrigation and Cluster Thinning on Tempranillo Grape and Wine Composition. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 35(2), 196-204.
- Garrido, J., & Borges, F. (2013). Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. *Food Research International*, 54, 1844-1858.
- Gaudin, R., Gary, C., Wery, J., & Coulon, V. (2014). Monitoring of irrigation in a Mediterranean vineyard: water balance simulation versus pressure chamber measurement. *Acta Horticulturae*, 1038, 295-302.
- Gaudin, R., Kansou, K., Payan, J.-C., Pellegrino, A., & Gary, C. (2014). A water stress index based on water balance modelling for discrimination of grapevine quality and yield. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 48(1), 1-9.
- Greer, D. H. (2012). Modelling leaf photosynthetic and transpiration temperature-dependent responses in *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines growing in hot, irrigated vineyard conditions. *AoB Plants*.
- Guardiola, J., & García, A. (1990). *Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte*. Madrid: Síntesis.
- Hera Orts, M., Martínez-Cutillas, A., López Roca, J., Perez-Prieto, L., & Gómez-Plaza, E. (2005). Effect of deficit irrigation on anthocyanin content of Monastrell grapes and wines. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 39(2), 47-55.
- Hidalgo, L. (1999). *Poda de la Vid* (5ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- Hidalgo, L. (1999). *Tratado de Viticultura General* (2ª ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Huglin, P. (1986). *Biologie et écologie de la vigne*. Paris: Editions Payot Lausanne.

- Huglin, P., & Schneider, C. (1998). *Biologie et écologie de la vigne*. Paris: Technique & Documentation.
- Hunter, J., Volschenk, C., Novello, V., Strever, A., & Fouché, G. (2014). Integrative Effects of Vine Water Relations and Grape Ripeness Level of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz/Richter 99. I. Physiological Changes and Vegetative-Reproductive Growth Balances. *35(2)*, 359-374.
- Iacono, F., & Sommer, K. (2000). Response of electron transport rate of water stress-affected grapevines: Influence of leaf age. *Vitis*, *39(4)*, 137-144.
- INE. (2016). *Dados Estatísticos*. Obtido de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&contexto=bd&selTab=tab2
- Institut Français de la Vigne et du Vin. (2014). *Gestion du régime hydrique de la vigne*. France: IFV.
- Intrigliolo, D., & Castel, J. (2009). Response of *Vitis vinifera* cv. 'Tempranillo' to partial rootzone drying in the field: Water relations, growth, yield and fruit and wine quality. *Agricultural Water Management*, *96*, 282-292.
- IPMA. (2017). *Normais Climatológicas - Classificação Climática de Köppen*. IPMA.
- IVDP. (2004). *Limite da Região Demarcada do Douro*. Obtido de <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=206&codSeccao=4&idioma=0>
- IVDP. (2004a). *Região*. Obtido de <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=16>
- IVDP, I. P. . (2016). *Informação adicional relativa à limitação de emissão de novas autorizações de plantação de vinhas para vinhos sem DOP e IGP na Região Demarcada do Douro (RDD)*. Peso da Régua: IVDP, I. P. .
- IVV. (2016). *A Vinha e o Vinho em Portugal*. Obtido de <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/47/>
- IVV. (2016). *Ranking das castas mais utilizadas*. Lisboa: IVV.
- IVV. (2016). *Regiões*. Obtido de <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/regioes/>
- IVV. (2016). *Regiões: Douro/Porto*. Obtido de <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/77/>
- IVV. (2016a). *Inventário do Potencial Vitícola*. Obtido de <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/125/>

- Jones, G. (2013). *Uma Avaliação do Clima para a Região Demarcada do Douro: Uma análise das condições climáticas do passado, presente e futuro para a produção de vinho*. Vila Real: ADVID.
- Jones, G. (2015). *Climate, Grapes and Wine*. *GuildSomm*.
- Jones, G. V., & Alves, F. (2011). Impacts of Climate Change on Wine Productin: A Global Overview and Regional Assessment in the Douro Valley of Portugal. *Proceedings of the Global Conference on Global Warming 2011*.
- Jordão, A. M., Laureano, O., & Ricardo-da-Silva, J. M. (1998). Influência da rega na composição fenólica das uvas tintas da casta touriga francesa (*Vitis vinifera* L.). *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, 2(2), 60-73.
- Keller, M. (2015). *The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology* (2ª ed.). WA, USA: Academic Press.
- Keller, M., Romero, P., Gohil, H., Smithyman, R., Riley, W., Casassa, L., & Harbertson, J. (2016). Deficit Irrigation Alters Grapevine Growth, Physiology, and Fruit Microclimate. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67, 426-435.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 259-263.
- Koundouras, S., Van Leeuwen, C., Seguin, G., & Glories, Y. (1999). Influence de l'alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zone méditerranéenne (exemple de nemea, grèce, cepage agiorgitiko/st georges, 1997). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 33(4), 149-160.
- Kriedemann, P. (1968). Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. *Vitis*, 7, 213-220.
- Lissarrague, J. R., Junquera, P., Sánchez-de-Miguel, P., & Baeza, P. (2007). Estrategias de gestión del agua en el viñedo de vinificación. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 893, 122-133.
- Lloreda, M., Baeza, P., & Sánchez-de-Miguel, P. (2010). Relación entre la superficie foliar expuesta, el nivel de radiación interceptado y el rendimiento global de la planta. Paris: International Organisation of Vine and Wine.

- Lopes, C., & Pinto, P. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis*, 44(2), 55-61.
- Lopes, C., Pacheco, C., Vicente-Paulo, J., & Rodrigues, M. (1998). Interesse do potencial hídrico foliar de base como indicador da actividade fisiológica da videira. *Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, 1, pp. 97-102. Actas Évora.
- Lorenzo, M., Taboada, J., Lorenzo, J., & Ramos, A. (2013). Influence of climate on grape production and wine quality in the Rías Baixas, north-western Spain. *Regional Environmental Change*, 13, 887-896.
- Mabrouk, H., Carbonneau, A., & Sinoquet, H. (1997). Canopy structure and radiation regime in grapevine. I. Spatial and angular distribution of leaf area in two canopy systems. *Vitis*, 3, 119-123.
- Magalhães, N. (2003). Caracterização e condução de castas tintas na Região Demarcada do Douro. *Douro - Estudos & Documentos*, VIII(15), 163-174.
- Magalhães, N. (2008). *Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha e o "Terroir"*. Lisboa: Chaves Ferreira- Publicações S.A.
- Magalhães, N. (2012). Rega da vinha, uma necessidade na região dos vinhos verdes? Porto: CVRVV.
- MAMAOT. (2014). Estados Fenológicos da Videira (Segundo A. Baggiolini). *Estação de Avisos Agrícolas do Ribatejo*.
- Markakis, P. (1982). *Anthocyanins as Food Colors*. New York: Academic Press.
- Matthews, M., & Anderson, M. (1988). Fruit Ripening in *Vitis vinifera* L.: Responses to Seasonal Water Deficits. *American Journal of Enology and Viticulture*, 39, 331-320.
- Medrano, H., Tomás, M., Martorell, S., Escalona, J.-M., Pou, A., Fuentes, S., Bota, J. (2015). Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. A review. *Agron. Sustain. Dev*, 35, 499-517.
- Mirás-Avalos, J., Trigo-Córdoba, E., Bouzas-Cid, Y., & Orriols-Fernández, I. (2016). Irrigation effects on the performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Albariño' under the humid climate of Galicia. *OENO One*, 50(4), 183-194.
- Moyer, M. M., & Peters, T. R. (2013). *Irrigation Basics for Eastern Washington Vineyards*. WA: Washington State University Extension.

- Myburgh, P. (2003). Possible flood irrigation technologies to reduce water use of Sultanina grapevines in a hot, arid climate. *South African Journal of Plant and Soil*, 20(4), 180-187.
- Myburgh, P. (2011). Response of *Vitis vinifera* L. cv. Merlot to Low Frequency Drip Irrigation and Partial Root Zone Drying in the Western Cape Coastal Region – Part I. Soil and Plant Water Status. *South African*, 32(1), 89-103.
- Myburgh, P. (2011a). Response of *Vitis vinifera* L. cv. Merlot to Low Frequency Irrigation and Partial Root Zone Drying in the Western Cape Coastal Region – Part II. Vegetative Growth, Yield and Quality. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 32(1), 104-115.
- OIV Statistical Report on World Vitiviniculture. (2016). 2016 World Vitiviniculture Situation. Paris: OIV.
- Ojeda, H., & Saurin, N. (2014). L'irrigation de précision de la vigne : méthodes, outils et stratégies pour maximiser la qualité et les rendements de la vendange en économisant de l'eau. *Innovations Agronomiques*, 38, 97-108.
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., & Deloire, A. (2002). Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 261-267.
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., & Deloire, A. (2002). Influence of pre- and post-veraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis Vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 261-267.
- Ojeda, H., Deloire, A., & Carbonneau, A. (2001). Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis: Journal of Grapevine Research*, 40(3), 141-145.
- Oliveira, A. (1996). *Influência da estrutura da vegetação, rega e despona na produtividade e qualidade em Vitis vinifera L. Var. Touriga Nacional na Região Demarcada do Douro*. Vila Real: Universidade de Trás os Montes e Alto Douro.
- Oliveira, A., & Nieddu, G. (2013). Deficit Irrigation Strategies in *Vitis vinifera* L. cv. Cannonau under Mediterranean Climate. Part II - Cluster Microclimate and Anthocyanin Accumulation Patterns. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 34(2), 184-195.

- Pellegrino, A., Goz , E., Lebon, E., & Wery, J. (2006). A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in field sites. *European Journal of Agronomy*, 25, 49-59.
- Pereira, C. (2009). *Reestruturar a vinha na Região Demarcada do Douro*. Peso da R gua: Direc o Regional de Agricultura e Pescas do Norte.
- Pereira, G. M. (2004). *IVDP: História*. Obtido de <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=9&codSeccao=1&idioma=0>
- Peynaud, E. (1972). *Connaissance et Travail du Vin*. Paris: Dunod.
- Pilar, B., Sánchez-de-Miguel, P., Centeno, A., Junquera, P., Linares, R., & Lissarrague, J. (2007). Water relations between leaf water potential, photosynthesis agronomic vine response as a tool for establishing thresholds in irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae*, 114, 151-158.
- Pinto, M. (2015). *Efeitos de estratégias de rega deficitária sobre o rendimento e qualidade da casta Touriga Nacional na Região do Douro*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Poni, S., Lakso, A., Turner, J., & Melious, R. (1994). Interactions of Crop Level and Late Season Water Stress on Growth and Physiology of Field-Grown Concord Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 252-258.
- Prichard, T., Hanson, B., Schwankl, L., Verdegaal, P., & Smith, R. (2004). *Deficit Irrigation of Quality Winegrapes Using Micro-Irrigation Techniques*. California: University of California Cooperative Extension.
- Queiroz, J. (2002). *Condu o e Rela es Rendimento Qualidade de Castas Nobres do Douro*. Porto: Faculdade de Ciências, Sec o Aut noma das Ciências Agrárias, Universidade do Porto.
- Queiroz, J., Magalhães, A., Guimaraens, D., Sousa, M., Cunha, M., & Castro, R. (2008). Condu o de videiras em patamares estreitos (de 1 linha) na Região do Douro. *Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), Direc o Regional de Agricultura e Pescas - Norte (DRAP - Norte), The Fladgate Partnership Vinhos SA. Relatório Final do Projecto n  739 - Programa AGRO Medida 8: Ac o 8.1*.
- Quinta do Crasto. (s.d.). *Terroir Quinta da Cabreira*. Obtido de <https://www.quintadocrasto.pt/quinta-do-crasto/terroir/quinta-da-cabreira/>

- Ribeiro, J. A. (2000). Caracterização genérica da região vinhateira do Alto Douro. *V* (10), pp. 11 - 29.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donéche, B., & Lonvaud, A. (1998). *Traité D'Oenologie*. Paris: Dunod.
- Roby, G., & Matthews, M. (2004). Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10, 74-82.
- Roby, G., Harbertson, J., Adams, D., & Matthews, M. (2004). Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: Anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10, 100-107.
- Rosa, D., Ambrosini, V., Borghezani, M., Bruneto, G., & Pescador, R. (2014). Photosynthesis and growth of young “Niagara Branca” vines (*Vitis labrusca* L.) cultivated in soil with high levels of copper and liming. 3. BIO Web of Conferences.
- Santos, T., Lopes, C. M., Rodrigues, M. L., de Souza, C. R., Ricardo-da-Silva, J. M., Maroco, J. P., . . . Chaves, M. M. (2007). Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. *Scientia Horticulturae*, 112, 321-330.
- Santos, T., Lopes, C., Rodrigues, M., de Souza, C., Ricardo-da-Silva, J., Maroco, J., Chaves, M. (2005). Effects of partial root-zone drying irrigation on cluster microclimate and fruit composition of field-grown Castelão grapevines. *Vitis*, 44(3), 117-125.
- Schultz, H. (1995). Grape canopy structure, light microclimate and photosynthesis. I - A two-dimensional model of the spatial distribution of surface area densities and leaf ages in two canopy systems. *Vitis*, 34(4), 211-215.
- Schultz, H. (1996). Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta horticulturae*, 427, 251-266.
- Simon, J.-L., Schwarzenbach, J., Mischler, M., Eggenberger, W., & Koblet, W. (1978). *Viticulture*. Editions Payot Lausanne: Paris.

- Simonneau, T., Ollat, N., Pellegrino, A., & Lebon, E. (2014). Contrôle de l'état hydrique dans la plante et réponses physiologiques de la vigne à la contrainte hydrique. *Innovations Agronomiques*, 38, 13-32.
- Smart, R., & Robinson, M. (1991). *Sunlight into wine - A handbook for winegrape canopy management* (8^a ed.). New Zealand: Winetitles.
- Smart, R., & Smith, S. (1988). Canopy management: identifying the problems and practical solutions. Auckland, New Zealand: Proceedings Second International Cool Climate Viticulture and Oenology.
- Smart, R., Dick, J., Gravett, I., & Fisher, B. (1990). Canopy Management to Improve Grape Yield and Wine Quality - Principles and Practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic*, 11(1), 3-17.
- Sousa, M., Pereira, C., Guerra, J., & Abade, E. (2007). *Caracterização de Castas cultivadas na Região Vitivinícola de Trás-os-Montes Sub-regiões de Chaves, Planalto Mirandês e Valpaços*. Mirandela: Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). *Crop yield response to water*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Teixeira, B., Val, C., Carlos, C., Gonçalves, I., Nave, A., Martins, S., Morais, F. (2017). *Boletim 14-17 Ano Vitícola 2017 - Balanço Final*. Vila Real: ADVID.
- Teixeira, J. (2015). *Efeitos de Estratégias de Rega Deficitária Sobre o Rendimento e Qualidade da Casta Touriga Franca na Região do Douro*. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Trambouze, W., & Voltz, M. (2001). Measurement and modelling of the transpiration of a Mediterranean vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 107, 153-166.
- Trujillo, P., Lissarrague, J., & Sánchez de Miguel, P. (2007). *Fundamentos, Aplicación y Consecuencias del Riego en la Vid*. Madrid: Editorial Agrícola Española S.A.
- Unwin, T. (1991). *Vine and the Wine: An Historical Geography of Viticulture and the Wine Trade*. London: Routledge Taylor & Francis Group.
- van Leeuwen, C., & Vivin, P. (2008). Alimentation hydrique de la vigne et qualité des raisins. *Innovations Agronomiques*, 2, 159-167.

- van Leeuwen, C., Trégoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D., & Gaudillère, J.-P. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 43(3), pp. 121-134.
- Van Zyl, J., & Weber, H. (1981). The Effect of Various Supplementary Irrigation Treatments on Plant and Soil Moisture Relationships in a Vineyard (*Vitis Vinifera* var. Chenin Blanc). *South African Journal of Enology and Viticulture*, 2(2), 83-99.
- Vasconcelos, M., & Castagnoli, S. (2000). Leaf Canopy Structure and Vine Performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51, 390-396.
- Williams, L. E. (2001). Irrigation of winegrapes in California. *Practical Winery & Vineyard Journal*.
- Williams, L. E. (s.d.). Grapevine Water Relations. Em *Producing the Crop* (pp. 121-126).
- Williams, L., & Araujo, F. (2002). Correlations among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3), 448-454.
- Williams, L., & Ayars, J. (2005). Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 132, 201-211.
- Zufferey, V., & Murisier, F. (2009). Photosynthèse de la vigne (cv. Chasselas) III. Influence du régime hydrique. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*, 41(5), 309-312.

ANEXO I – Fotografias

R₀ Bardo Interior



Figura 48: Aspeto das videiras da modalidade R₀ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.

R₀ Bardo Exterior



Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro



Figura 49: Aspeto das videiras da modalidade R_0 do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.

R_{25} Bardo Interior



Figura 50: Aspeto das videiras da modalidade R_{25} do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.

R_{25} Bardo Exterior



Figura 51: Aspeto das videiras da modalidade R_{25} do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.

R₅₀ Bardo Interior

Figura 52: Aspeto das videiras da modalidade R₅₀ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.

R₅₀ Bardo Exterior

Figura 53: Aspeto das videiras da modalidade R₅₀ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.

R₇₅ Bardo Interior

Figura 54: Aspeto das videiras da modalidade R₇₅ do Bardo Interior a 9 de setembro de 2017.

R₇₅ Bardo Exterior

Figura 55: Aspeto das videiras da modalidade R₇₅ do Bardo Exterior a 9 de setembro de 2017.

ANEXO II – Dados Estatísticos

Tabela 44: ANOVA referente à Carga à Poda obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Carga

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	24195,442 ^a	6	4032,574	1193,615	,000
Modalidade	15,167	3	5,056	1,496	,216
Bloco	20,008	2	10,004	2,961	,054
Error	790,558	234	3,378		
Total	24986,000	240			

a. R Squared = ,968 (Adjusted R Squared = ,968)

Tabela 45: ANOVA referente ao Número de Pâmpanos obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pâmpanos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	20909,492 ^a	6	3484,915	1194,062	,000
ModalidadeNew	10,985	3	3,662	1,255	,291
Bloco	12,462	2	6,231	2,135	,121
Error	662,508	227	2,919		
Total	21572,000	233			

a. R Squared = ,969 (Adjusted R Squared = ,968)

Tabela 46: ANOVA referente ao Número de Inflorescências obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância verificada entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NºCachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17460,996 ^a	6	2910,166	363,366	,000
ModalidadeNew	113,974	3	37,991	4,744	,003
Bloco	14,522	2	7,261	,907	,405
Error	1802,004	225	8,009		
Total	19263,000	231			

a. R Squared = ,906 (Adjusted R Squared = ,904)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 47: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: %abrolhamento

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2147302,022 ^a	6	357883,670	4419,976	,000
ModalidadeNew	161,837	3	53,946	,666	,574
Bloco	85,127	2	42,563	,526	,592
Error	18380,100	227	80,970		
Total	2165682,122	233			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,991)

Tabela 48: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância verificada entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Índice Fertilidade Potencial

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	212,766 ^a	6	35,461	399,724	,000
Bloco	,279	2	,140	1,574	,209
Modalidade	,867	3	,289	3,258	,022
Error	20,759	234	,089		
Total	233,525	240			

a. R Squared = ,911 (Adjusted R Squared = ,909)

Tabela 49: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Principal (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	64,269 ^a	6	10,711	199,755	,000
Bloco	,162	2	,081	1,512	,232
ModalidadeNew	,104	3	,035	,644	,591
Error	2,252	42	,054		
Total	66,521	48			

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,961)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 50: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância obtida entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Principal (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	252,005 ^a	6	42,001	122,241	,000
Bloco	5,626	2	2,813	8,187	,001
Modalidade	2,447	3	,816	2,374	,084
Error	14,431	42	,344		
Total	266,436	48			

a. R Squared = ,946 (Adjusted R Squared = ,938)

Tabela 51: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Principal (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,191 ^a	5	,838	1,960	,105
Bloco	1,337	2	,668	1,563	,222
Modalidade	2,799	3	,933	2,182	,105
Error	17,536	41	,428		
Total	161,792	47			

a. R Squared = ,193 (Adjusted R Squared = ,094)

Tabela 52: ANOVA referente à Área Foliar Principal no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância obtida entre bolcos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Principal (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	67,612 ^a	6	11,269	48,281	,000
Bloco	2,526	2	1,263	5,410	,008
Modalidade	2,781	3	,927	3,972	,014
Error	9,336	40	,233		
Total	76,948	46			

a. R Squared = ,879 (Adjusted R Squared = ,860)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 53: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 24.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Netas (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	39,005 ^a	6	6,501	28,609	,000
Bloco	,950	2	,475	2,089	,136
ModalidadeNew	,862	3	,287	1,265	,299
Error	9,544	42	,227		
Total	48,549	48			

a. R Squared = ,803 (Adjusted R Squared = ,775)

Tabela 54: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Netas (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	70,291 ^a	6	11,715	28,109	,000
Bloco	,742	2	,371	,891	,419
Modalidade	1,132	3	,377	,905	,447
Error	16,254	39	,417		
Total	86,546	45			

a. R Squared = ,812 (Adjusted R Squared = ,783)

Tabela 55: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Netas (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,772 ^a	5	,354	,770	,578
Bloco	1,150	2	,575	1,249	,299
Modalidade	,775	3	,258	,561	,644
Error	16,580	36	,461		
Total	76,782	42			
Corrected Total	18,352	41			

a. R Squared = ,097 (Adjusted R Squared = -,029)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 56: ANOVA referente à Área Foliar das Netas no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Netas (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	66,338 ^a	6	11,056	19,512	,000
Bloco	,856	2	,428	,755	,476
Modalidade	5,385	3	1,795	3,168	,034
Error	23,799	42	,567		
Total	90,137	48			

a. R Squared = ,736 (Adjusted R Squared = ,698)

Tabela 57: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 16 de maio obtida a partir do programa SPSS 24.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Total (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	202,008 ^a	6	33,668	94,417	,000
Bloco	1,890	2	,945	2,650	,082
ModalidadeNew	1,342	3	,447	1,254	,302
Error	14,977	42	,357		
Total	216,985	48			

a. R Squared = ,931 (Adjusted R Squared = ,921)

Tabela 58: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Total (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	389,677 ^a	6	64,946	110,727	,000
Bloco	1,140	2	,570	,972	,389
Modalidade	3,829	3	1,276	2,176	,109
Error	19,356	33	,587		
Total	409,033	39			

a. R Squared = ,953 (Adjusted R Squared = ,944)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 59: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Total (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8,723 ^a	5	1,745	,974	,445
Bloco	1,186	2	,593	,331	,720
Modalidade	7,463	3	2,488	1,388	,260
Error	73,473	41	1,792		
Total	544,931	47			
Corrected Total	82,196	46			

a. R Squared = ,106 (Adjusted R Squared = -,003)

Tabela 60: ANOVA referente à Área Foliar Total no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Área Foliar Total (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	290,906 ^a	6	48,484	39,959	,000
Bloco	1,444	2	,722	,595	,556
Modalidade	18,198	3	6,066	4,999	,005
Error	50,961	42	1,213		
Total	341,867	48			

a. R Squared = ,851 (Adjusted R Squared = ,830)

Tabela 61: ANOVA referente ao Número de Camadas de Folhas no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	75,467 ^a	6	12,578	124,241	,000
Bloco	,083	2	,041	,408	,682
Modalidade	,071	3	,024	,235	,869
Error	,607	6	,101		
Total	76,074	12			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,984)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 62: ANOVA referente ao Número de Camadas de Folhas no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	58,421 ^a	6	9,737	68,552	,000
Bloco	,041	2	,021	,144	,868
Modalidade	2,587	3	,862	6,072	,030
Error	,852	6	,142		
Total	59,273	12			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,971)

Tabela 63: ANOVA referente à Percentagem de Folhas Interiores no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % F int

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	11430,177 ^a	6	1905,030	51,103	,000
Bloco	15,752	2	7,876	,211	,815
Modalidade	9,830	3	3,277	,088	,964
Error	223,671	6	37,279		
Total	11653,848	12			

a. R Squared = ,981 (Adjusted R Squared = ,962)

Tabela 64: ANOVA referente à Percentagem de Folhas Interiores no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % F int

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7570,267 ^a	6	1261,711	13,411	,003
Bloco	21,566	2	10,783	,115	,894
Modalidade	600,318	3	200,106	2,127	,198
Error	564,499	6	94,083		
Total	8134,766	12			

a. R Squared = ,931 (Adjusted R Squared = ,861)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 65: ANOVA referente à Percentagem de Cachos Exteriores no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % C ext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5174,726 ^a	6	862,454	11,840	,004
Bloco	252,980	2	126,490	1,736	,254
Modalidade	1075,348	3	358,449	4,921	,047
Error	437,072	6	72,845		
Total	5611,798	12			

a. R Squared = ,922 (Adjusted R Squared = ,844)

Tabela 66: ANOVA referente à Percentagem de Cachos Exteriores no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % C ext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18762,191 ^a	6	3127,032	6,593	,019
Bloco	1458,693	2	729,347	1,538	,289
Modalidade	5619,444	3	1873,148	3,949	,072
Error	2845,833	6	474,306		
Total	21608,025	12			

a. R Squared = ,868 (Adjusted R Squared = ,737)

Tabela 67: ANOVA referente à Percentagem de Buracos no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Buracos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	696,615 ^a	6	116,102	15,286	,002
Bloco	6,510	2	3,255	,429	,670
Modalidade	139,974	3	46,658	6,143	,029
Error	45,573	6	7,595		
Total	742,188	12			

a. R Squared = ,939 (Adjusted R Squared = ,877)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 68: ANOVA referente à Percentagem de Buracos no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Buracos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1940,104 ^a	6	323,351	3,239	,089
Bloco	26,042	2	13,021	,130	,880
Modalidade	738,932	3	246,311	2,467	,160
Error	598,958	6	99,826		
Total	2539,063	12			

a. R Squared = ,764 (Adjusted R Squared = ,528)

Tabela 69: ANOVA referente à Superfície Foliar Exposta no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFE (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	6171782095,000 ^a	6	1028630349,000	2740,376	,000
Modalidade	2374564,717	3	791521,572	2,109	,114
Bloco	622198,476	2	311099,238	,829	,444
Error	15765162,490	42	375361,012		
Total	6187547257,000	48			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,997)

Tabela 70: ANOVA referente à Superfície Foliar Exposta no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFE (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7077281358,000 ^a	6	1179546893,000	1721,269	,000
Bloco	1202242,596	2	601121,298	,877	,423
Modalidade	10508178,370	3	3502726,125	5,111	,004
Error	28781658,920	42	685277,593		
Total	7106063017,000	48			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 71: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 25 de maio obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2,888 ^a	6	,481	133,817	,000
Modalidade	,005	3	,002	,444	,724
Bloco	,013	2	,006	1,745	,203
Error	,065	18	,004		
Total	2,953	24			

a. R Squared = ,978 (Adjusted R Squared = ,971)

Tabela 72: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 7 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,814 ^a	6	,636	140,815	,000
Bloco	,001	2	,001	,162	,852
Modalidade	,012	3	,004	,900	,460
Error	,081	18	,005		
Total	3,895	24			

a. R Squared = ,979 (Adjusted R Squared = ,972)

Tabela 73: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 22 de junho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,649 ^a	6	,608	175,289	,000
Bloco	5,208E-5	2	2,604E-5	,008	,993
Modalidade	,006	3	,002	,590	,629
Error	,062	18	,003		
Total	3,711	24			

a. R Squared = ,983 (Adjusted R Squared = ,978)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 74: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 6 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5,806 ^a	6	,968	331,786	,000
Bloco	,001	2	,001	,250	,781
Modalidade	,003	3	,001	,357	,785
Error	,053	18	,003		
Total	5,859	24			

a. R Squared = ,991 (Adjusted R Squared = ,988)

Tabela 75: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 20 de julho obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7,084 ^a	6	1,181	312,669	,000
Bloco	,105	2	,053	13,910	,000
Modalidade	,018	3	,006	1,607	,223
Error	,068	18	,004		
Total	7,152	24			

a. R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,987)

Tabela 76: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 8 de agosto obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	11,012 ^a	6	1,835	89,376	,000
Bloco	,029	2	,014	,701	,509
Modalidade	,283	3	,094	4,600	,015
Error	,370	18	,021		
Total	11,382	24			

a. R Squared = ,968 (Adjusted R Squared = ,957)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 77: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar de Base no dia 17 de agosto obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18,632 ^a	6	3,105	649,247	,000
Bloco	,012	2	,006	1,247	,311
Modalidade	,289	3	,096	20,129	,000
Error	,086	18	,005		
Total	18,718	24			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,994)

Tabela 78: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 7 de julho às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2,599 ^a	6	,433	186,415	,000
Bloco	,005	2	,002	1,020	,381
Modalidade	,140	3	,047	20,036	,000
Error	,042	18	,002		
Total	2,641	24			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,979)

Tabela 79: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	22,563 ^a	6	3,760	281,483	,000
Bloco	,004	2	,002	,142	,868
Modalidade	2,621	3	,874	65,390	,000
Error	,240	18	,013		
Total	22,803	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,986)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 80: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	6,188 ^a	6	1,031	142,847	,000
Bloco	,010	2	,005	,682	,518
Modalidade	,178	3	,059	8,205	,001
Error	,130	18	,007		
Total	6,318	24			

a. R Squared = ,979 (Adjusted R Squared = ,973)

Tabela 81: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17,971 ^a	6	2,995	100,786	,000
Bloco	,030	2	,015	,509	,609
Modalidade	1,851	3	,617	20,761	,000
Error	,535	18	,030		
Total	18,506	24			

a. R Squared = ,971 (Adjusted R Squared = ,961)

Tabela 82: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 24.0. Significância entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	41,130 ^a	6	6,855	706,553	,000
Bloco	,164	2	,082	8,431	,003
Modalidade	,989	3	,330	33,981	,000
Error	,175	18	,010		
Total	41,304	24			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,994)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 83: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	30,492 ^a	6	5,082	275,414	,000
Bloco	,056	2	,028	1,528	,244
Modalidade	1,395	3	,465	25,204	,000
Error	,332	18	,018		
Total	30,824	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,986)

Tabela 84: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	20,813 ^a	6	3,469	193,084	,000
Bloco	,057	2	,028	1,584	,232
Modalidade	1,808	3	,603	33,553	,000
Error	,323	18	,018		
Total	21,137	24			

a. R Squared = ,985 (Adjusted R Squared = ,980)

Tabela 85: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	46,130 ^a	6	7,688	1488,550	,000
Bloco	,026	2	,013	2,516	,109
Modalidade	,453	3	,151	29,244	,000
Error	,093	18	,005		
Total	46,223	24			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 86: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	45,668 ^a	6	7,611	448,809	,000
Bloco	,040	2	,020	1,193	,326
Modalidade	,458	3	,153	9,010	,001
Error	,305	18	,017		
Total	45,973	24			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,991)

Tabela 87: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 5 de agosto às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4,773 ^a	6	,795	91,361	,000
Bloco	,009	2	,004	,505	,612
Modalidade	,576	3	,192	22,065	,000
Error	,157	18	,009		
Total	4,929	24			

a. R Squared = ,968 (Adjusted R Squared = ,958)

Tabela 88: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	24,350 ^a	6	4,058	194,668	,000
Bloco	,205	2	,103	4,918	,020
Modalidade	1,670	3	,557	26,706	,000
Error	,375	18	,021		
Total	24,726	24			

a. R Squared = ,985 (Adjusted R Squared = ,980)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 89: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	44,365 ^a	6	7,394	272,405	,000
Bloco	,069	2	,035	1,273	,304
Modalidade	,826	3	,275	10,139	,000
Error	,489	18	,027		
Total	44,854	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,985)

Tabela 90: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	33,167 ^a	6	5,528	256,119	,000
Bloco	,352	2	,176	8,148	,003
Modalidade	1,419	3	,473	21,913	,000
Error	,388	18	,022		
Total	33,555	24			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,985)

Tabela 91: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Foliar Diário no dia 19 de agosto às 4h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	11,614 ^a	6	1,936	457,879	,000
Bloco	,001	2	,001	,166	,848
Modalidade	1,079	3	,360	85,060	,000
Error	,076	18	,004		
Total	11,690	24			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,991)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 92: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2107,622 ^a	6	351,270	94,621	,000
Bloco	26,293	2	13,147	3,541	,050
Modalidade	25,793	3	8,598	2,316	,110
Error	66,823	18	3,712		
Total	2174,445	24			

a. R Squared = ,969 (Adjusted R Squared = ,959)

Tabela 93: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1353,521 ^a	6	225,587	35,516	,000
Bloco	18,882	2	9,441	1,486	,253
Modalidade	131,605	3	43,868	6,907	,003
Error	114,331	18	6,352		
Total	1467,852	24			

a. R Squared = ,922 (Adjusted R Squared = ,896)

Tabela 94: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1089,342 ^a	6	181,557	28,199	,000
Bloco	15,002	2	7,501	1,165	,374
Modalidade	2,520	3	,840	,130	,938
Error	38,630	6	6,438		
Total	1127,972	12			

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,932)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 95: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	462,294 ^a	6	77,049	26,969	,000
Bloco	6,520	2	3,260	1,141	,380
Modalidade	40,293	3	13,431	4,701	,051
Error	17,142	6	2,857		
Total	479,436	12			

a. R Squared = ,964 (Adjusted R Squared = ,928)

Tabela 96: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	365,603 ^a	6	60,934	24,868	,001
Modalidade	28,190	3	9,397	3,835	,076
Bloco	3,189	2	1,594	,651	,555
Error	14,702	6	2,450		
Total	380,305	12			

a. R Squared = ,961 (Adjusted R Squared = ,923)

Tabela 97: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	257,215 ^a	6	42,869	7,477	,014
Bloco	7,872	2	3,936	,687	,539
Modalidade	58,621	3	19,540	3,408	,094
Error	34,400	6	5,733		
Total	291,615	12			

a. R Squared = ,882 (Adjusted R Squared = ,764)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 98: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	48,646 ^a	6	8,108	5,856	,025
Bloco	,997	2	,499	,360	,712
Modalidade	7,863	3	2,621	1,893	,232
Error	8,307	6	1,384		
Total	56,952	12			

a. R Squared = ,854 (Adjusted R Squared = ,708)

Tabela 99: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	365,603 ^a	6	60,934	24,868	,001
Bloco	3,189	2	1,594	,651	,555
Modalidade	28,190	3	9,397	3,835	,076
Error	14,702	6	2,450		
Total	380,305	12			

a. R Squared = ,961 (Adjusted R Squared = ,923)

Tabela 100: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	44,766 ^a	6	7,461	6,541	,019
Bloco	3,068	2	1,534	1,345	,329
Modalidade	2,565	3	,855	,750	,561
Error	6,844	6	1,141		
Total	51,610	12			

a. R Squared = ,867 (Adjusted R Squared = ,735)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 101: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17,924 ^a	6	2,987	24,257	,001
Bloco	,557	2	,279	2,262	,185
Modalidade	1,382	3	,461	3,740	,079
Error	,739	6	,123		
Total	18,663	12			

a. R Squared = ,960 (Adjusted R Squared = ,921)

Tabela 102: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	42,400 ^a	6	7,067	5,524	,028
Bloco	4,132	2	2,066	1,615	,275
Modalidade	7,001	3	2,334	1,824	,243
Error	7,675	6	1,279		
Total	50,075	12			

a. R Squared = ,847 (Adjusted R Squared = ,693)

Tabela 103: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,007 ^a	6	,001	31,729	,000
Bloco	,001	2	,000	8,365	,003
Modalidade	,000	3	5,556E-5	1,412	,272
Error	,001	18	3,935E-5		
Total	,008	24			

a. R Squared = ,914 (Adjusted R Squared = ,885)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 104: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,019 ^a	6	,003	29,084	,000
Bloco	,000	2	,000	1,619	,226
Modalidade	,001	3	,000	4,054	,023
Error	,002	18	,000		
Total	,021	24			

a. R Squared = ,906 (Adjusted R Squared = ,875)

Tabela 105: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,008 ^a	6	,001	42,000	,000
Bloco	,001	2	,000	12,000	,008
Modalidade	1,000E-4	3	3,333E-5	1,000	,455
Error	,000	6	3,333E-5		
Total	,009	12			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,953)

Tabela 106: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,007 ^a	6	,001	37,727	,000
Bloco	,000	2	,000	5,727	,041
Modalidade	,000	3	,000	5,364	,039
Error	,000	6	3,056E-5		
Total	,007	12			

a. R Squared = ,974 (Adjusted R Squared = ,948)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 107: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,008 ^a	6	,001	9,979	,007
Bloco	,000	2	7,500E-5	,574	,591
Modalidade	,000	3	5,556E-5	,426	,742
Error	,001	6	,000		
Total	,009	12			

a. R Squared = ,909 (Adjusted R Squared = ,818)

Tabela 108: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,001 ^a	6	,000	2,750	,122
Bloco	6,667E-5	2	3,333E-5	,750	,512
Modalidade	,000	3	4,444E-5	1,000	,455
Error	,000	6	4,444E-5		
Total	,001	12			

a. R Squared = ,733 (Adjusted R Squared = ,467)

Tabela 109: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,000 ^a	6	2,500E-5	3,000	,104
Bloco	1,667E-5	2	8,333E-6	1,000	,422
Modalidade	1,000E-4	3	3,333E-5	4,000	,070
Error	5,000E-5	6	8,333E-6		
Total	,000	12			

a. R Squared = ,750 (Adjusted R Squared = ,500)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 110: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,008 ^a	6	,001	9,979	,007
Bloco	,000	2	7,500E-5	,574	,591
Modalidade	,000	3	5,556E-5	,426	,742
Error	,001	6	,000		
Total	,009	12			

a. R Squared = ,909 (Adjusted R Squared = ,818)

Tabela 111: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 18 de agosto às 17h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,000 ^a	6	2,500E-5	1,000	,500
Bloco	5,000E-5	2	2,500E-5	1,000	,422
Modalidade	2,500E-5	3	8,333E-6	,333	,802
Error	,000	6	2,500E-5		
Total	,000	12			

a. R Squared = ,500 (Adjusted R Squared = ,000)

Tabela 112: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: gs

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,000 ^a	6	2,222E-5	2,000	,210
Bloco	6,667E-5	2	3,333E-5	3,000	,125
Modalidade	3,333E-5	3	1,111E-5	1,000	,455
Error	6,667E-5	6	1,111E-5		
Total	,000	12			

a. R Squared = ,667 (Adjusted R Squared = ,333)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 113: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 7 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	11,755 ^a	6	1,959	33,439	,000
Bloco	1,371	2	,685	11,696	,001
Modalidade	,490	3	,163	2,789	,070
Error	1,055	18	,059		
Total	12,810	24			

a. R Squared = ,918 (Adjusted R Squared = ,890)

Tabela 114: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 7 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	93,807 ^a	6	15,635	42,292	,000
Bloco	,175	2	,087	,236	,792
Modalidade	3,461	3	1,154	3,121	,052
Error	6,654	18	,370		
Total	100,462	24			

a. R Squared = ,934 (Adjusted R Squared = ,912)

Tabela 115: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	12,590 ^a	6	2,098	43,160	,000
Bloco	,772	2	,386	7,935	,021
Modalidade	,077	3	,026	,530	,678
Error	,292	6	,049		
Total	12,882	12			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,955)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 116: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	22,268 ^a	6	3,711	84,052	,000
Bloco	,694	2	,347	7,863	,021
Modalidade	1,059	3	,353	7,995	,016
Error	,265	6	,044		
Total	22,533	12			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,976)

Tabela 117: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 21 de julho às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18,996 ^a	6	3,166	60,790	,000
Bloco	,054	2	,027	,521	,618
Modalidade	,366	3	,122	2,344	,172
Error	,312	6	,052		
Total	19,309	12			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,968)

Tabela 118: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,001 ^a	6	,500	4,146	,054
Bloco	,309	2	,155	1,281	,344
Modalidade	,262	3	,087	,724	,574
Error	,724	6	,121		
Total	3,725	12			

a. R Squared = ,806 (Adjusted R Squared = ,611)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 119: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2,683 ^a	6	,447	,992	,504
Bloco	,130	2	,065	,144	,869
Modalidade	1,532	3	,511	1,133	,408
Error	2,705	6	,451		
Total	5,388	12			

a. R Squared = ,498 (Adjusted R Squared = -,004)

Tabela 120: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 4 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18,996 ^a	6	3,166	60,790	,000
Bloco	,054	2	,027	,521	,618
Modalidade	,366	3	,122	2,344	,172
Error	,312	6	,052		
Total	19,309	12			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,968)

Tabela 121: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 10h obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,568 ^a	6	,095	2,293	,168
Bloco	,515	2	,258	6,243	,034
Modalidade	,037	3	,012	,300	,825
Error	,248	6	,041		
Total	,816	12			

a. R Squared = ,696 (Adjusted R Squared = ,393)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 122: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 14h obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1,801 ^a	6	,300	2,009	,208
Bloco	,056	2	,028	,187	,834
Modalidade	1,557	3	,519	3,474	,091
Error	,897	6	,149		
Total	2,697	12			

a. R Squared = ,668 (Adjusted R Squared = ,335)

Tabela 123: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 18 de agosto às 17h30min obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2,542 ^a	6	,424	2,564	,138
Bloco	,078	2	,039	,237	,796
Modalidade	,731	3	,244	1,474	,313
Error	,991	6	,165		
Total	3,533	12			

a. R Squared = ,719 (Adjusted R Squared = ,439)

Tabela 124: ANOVA referente ao Álcool Provável (%) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Álcool Provável (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5651,553 ^a	6	941,925	945,735	,000
Bloco	16,716	2	8,358	8,392	,003
Modalidade	4,430	3	1,477	1,483	,253
Error	17,928	18	,996		
Total	5669,480	24			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,996)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 125: ANOVA referente ao pH no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	429,205 ^a	6	71,534	10792,326	,000
Bloco	,010	2	,005	,730	,496
Modalidade	,019	3	,006	,970	,429
Error	,119	18	,007		
Total	429,324	24			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Tabela 126: ANOVA referente à Acidez Total (g/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Acidez Total (g/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	468,757 ^a	6	78,126	1156,789	,000
Bloco	,430	2	,215	3,187	,067
Modalidade	,560	3	,187	2,762	,074
Error	1,148	17	,068		
Total	469,905	23			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Tabela 127: ANOVA referente ao Ácido Málico (g/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ácido Málico (g/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	70,062 ^a	6	11,677	198,500	,000
Bloco	,316	2	,158	2,686	,095
Modalidade	,453	3	,151	2,570	,086
Error	1,059	18	,059		
Total	71,120	24			

a. R Squared = ,985 (Adjusted R Squared = ,980)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 128: ANOVA referente a Antocianinas (mg/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Antocianinas (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	487844,750 ^a	6	81307,458	182,480	,000
Bloco	1928,583	2	964,292	2,164	,144
Modalidade	1696,125	3	565,375	1,269	,315
Error	8020,250	18	445,569		
Total	495865,000	24			

a. R Squared = ,984 (Adjusted R Squared = ,978)

Tabela 129: ANOVA referente a Polifenóis (mg/L) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Polifenóis (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17429453,030 ^a	6	2904908,838	810,514	,000
Bloco	57350,236	2	28675,118	8,001	,003
Modalidade	11866,891	3	3955,630	1,104	,373
Error	64512,623	18	3584,035		
Total	17493965,650	24			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Tabela 130: ANOVA referente ao Número de Cachos no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nº Cachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18358,284 ^a	6	3059,714	272,885	,000
Bloco	25,442	2	12,721	1,135	,323
Modalidade	94,959	3	31,653	2,823	,040
Error	2623,716	234	11,212		
Total	20982,000	240			

a. R Squared = ,875 (Adjusted R Squared = ,872)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 131: ANOVA referente ao Peso dos Cachos (g) médio no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0. Significância entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso cachos médio

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7153175,833 ^a	6	1192195,972	464,455	,000
Bloco	89482,495	2	44741,247	17,430	,000
Modalidade	39314,892	3	13104,964	5,105	,002
Error	600648,076	234	2566,872		
Total	7753823,909	240			

a. R Squared = ,923 (Adjusted R Squared = ,921)

Tabela 132: ANOVA referente ao Peso dos bagos (g) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	550273,367 ^a	6	91712,228	261,720	,000
Bloco	1256,373	2	628,187	1,793	,195
Modalidade	2342,496	3	780,832	2,228	,120
Error	6307,591	18	350,422		
Total	556580,959	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,985)

Tabela 133: ANOVA referente ao Peso médio dos bagos (g) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso médio bago (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	52,554 ^a	6	8,759	270,127	,000
Bloco	,051	2	,025	,781	,473
Modalidade	,141	3	,047	1,447	,262
Error	,584	18	,032		
Total	53,138	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,985)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 134: ANOVA referente ao Peso dos cachos por videira (kg) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso cachos (Kg) /videira

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	604,298 ^a	6	100,716	144,178	,000
Bloco	10,286	2	5,143	7,363	,001
Modalidade	10,182	3	3,394	4,858	,003
Error	163,462	234	,699		
Total	767,760	240			

a. R Squared = ,787 (Adjusted R Squared = ,782)

Tabela 135: ANOVA referente ao Volume dos bagos (mL) no dia 9 de setembro obtida a partir do programa SPSS 23.0.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Volume (ml)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	230622,083 ^a	6	38437,014	81,025	,000
Bloco	802,583	2	401,292	,846	,446
Modalidade	2643,458	3	881,153	1,857	,173
Error	8538,917	18	474,384		
Total	239161,000	24			

a. R Squared = ,964 (Adjusted R Squared = ,952)

ANEXO III – Estágio de Vindima Quinta do Crasto S.A.

Após quase terminada a fase de medições na Quinta da Cabreira surgiu a oportunidade de realizar estágio de vindima na Quinta do Crasto. Este estágio decorreu entre 16 de agosto e 15 de outubro fundamentalmente na Quinta do Retiro Novo, adega alugada à Taylor's localizada em Sarzedinho (Ervedosa do Douro), freguesia pertencente ao concelho de São João da Pesqueira (figura 56).

Ao longo deste estágio tive a possibilidade de passar por vários trabalhos, acompanhando desta forma o processo da produção do vinho da Quinta do Crasto. Foi desta forma possível a realização de análises laboratoriais, acompanhamento do controlo de maturação da Vinha Maria Teresa (uma das vinhas mais emblemáticas desta empresa) (figura 56), receção da matéria-prima, prensagens e vários processos decorrentes na adega de fermentação, mas também no armazém.



Figura 56: Aspeto da Quinta do Retiro Novo (esquerda) e Vinha Maria Teresa localizada junto à Quinta do Crasto (direita).

Análises Laboratoriais

Apesar de na Quinta do Crasto se fazer análises mais exaustivas aos mostos, que incluem medição de parâmetros como Álcool Provável (%), pH, Acidez Total (g/L), Ácido Málico (g/L), Antocianinas (mg/L) e Polifenóis (mg/L), Densidades (g/cm³), entre outros; na Quinta do Retiro Novo fui responsável pelas análises diárias que eram efetuadas duas vezes por dia. Estas análises eram feitas para verificação dos mostos que ainda não estavam a fermentar, em fase de fermentação e no fim da fermentação (figura 57).

Desta forma, as análises efetuadas e registadas de manhã e ao fim do dia incluíam a densidade (g/cm³) (figuras 57 e 58), álcool provável (%), pH (figura 58) e registo de temperaturas (tanto do mosto como das sondas existentes nas cubas e lagares de

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

fermentação). Após a realização destas análises estas eram imediatamente reportadas ao Engenheiro Manuel Lobo, enólogo principal da Quinta do Crasto.

Para além destas análises, eram também realizadas diariamente provas organoléticas dos mostos para verificar a sua qualidade e estado da fermentação.

Quando eram necessárias análises mais exaustivas de vinhos armazenados, as amostras eram rotuladas e enviadas para a Quinta do Crasto.



Figura 57: Amostras de mostos para análise (esquerda) e leitura da densidade em mosto (direita).

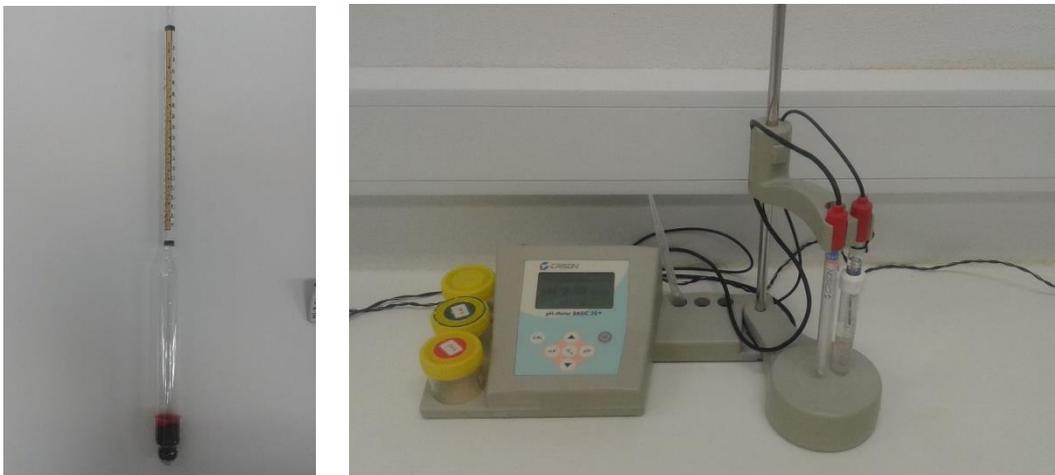


Figura 58: Aspeto de um dos densímetros utilizados na análise dos mostos e potenciómetro para análise do pH da marca Crison®.

Receção da matéria-prima

Quando as caixas e palotes de uvas chegavam, eram pesadas e descarregadas para um tegão que as conduzia por um tapete de escolha, onde eram retirado todo o material vegetativo que vinha com os cachos, como folhas ou ramos, assim como cachos de castas que não se pretendia adicionar à cuba ou lagar (figura 59). As castas eram selecionadas de acordo com o vinho que se pretendia produzir, sendo registadas num documento próprio para o efeito, com o nome do produtor, a casta em questão, o peso e a origem das uvas.

Após cada dia em que ocorria a receção, escolha e direcionamento destas uvas para o lagar ou cuba onde eram depositadas, era necessário a limpeza e desinfeção de todo o material.



Figura 59: Receção da matéria-prima, com tegão doseador onde são depositadas as uvas e mesa de escolha ao centro.

Adega de Fermentação

Na adega de fermentação eram várias as tarefas a efetuar. Estas passaram numa primeira fase pela lavagem e desinfeção dos lagares e cubas que as constituíam. A adega era ocupada por sete lagares e sete cubas (ou ânforas) (figura 60).

Após o enchimento completo, era realizada uma primeira remontagem com *robot* no caso dos lagares ou com bomba peristáltica no caso das cubas (figura 61). Era de seguida retirada uma amostra para análise completa na Quinta do Crasto e uma amostra para análise no laboratório da Quinta do Retiro Novo.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro



Figura 60: Aspeto dos lagares (esquerda) e das cubas ou ânforas (direita existentes na adega de fermentação na Quinta do Retiro Novo).



Figura 61: Robot utilizado para remontagens nos lagares (esquerda) e bomba peristáltica utilizada quer em remontagens de cubas como de lagares nas remontagens manuais (direita).

Depois da primeira análise e da primeira remontagem era realizada a inoculação da cuba ou lagar em questão com leveduras secas. Esta inoculação e a quantidade de leveduras a acrescentar dependia da litragem teórica que tinha sido introduzida, calculada a partir dos quilos de uva que tinham sido introduzidos. Esta era realizada e de forma a aclimatar as leveduras antes de serem introduzidas na cuba ou lagar, com água a temperatura específica, a que se adicionava lentamente o mosto, até atingir a temperatura descrita no rótulo da embalagem (figura 62 e 63).



Figura 62: Aspeto de um dos tipos de leveduras secas utilizadas e o seu modo de emprego.

Após análise e a inoculação, eram realizadas ordens de serviço distintas para cada cuba ou lagar dependendo dos resultados destas, indicando o tipo de remontagem a realizar, assim como os produtos enológicos a adicionar.



Figura 63: Inoculação de um lagar contendo mosto biológico em balsão, numa primeira fase (esquerda) e antes de ser adicionado ao restante mosto (direita).

Armazém

Após a fermentação estar praticamente completa, e no caso dos vinhos tintos, era feita a sangria do mosto de gota e a prensagem das massas (figura 64), que eram conduzidos para cubas no armazém onde continuava a fermentação lenta/ malolática.



Figura 64: Aspeto da prensa utilizada não só na prensagem de mostos tintos mas também na prensagem inicial das uvas brancas.

Depois de análises à fermentação malolática, os vinhos foram passados a limpo, transferindo-se para uma nova cuba para proceder ao seu envelhecimento e separar os resíduos que ficaram retidos no fundo.

ANEXO IV – Dados 2016

Componentes de Fertilidade

Carga à poda

Carga média deixada à poda registada em 2016 por Ricardo Bravo.

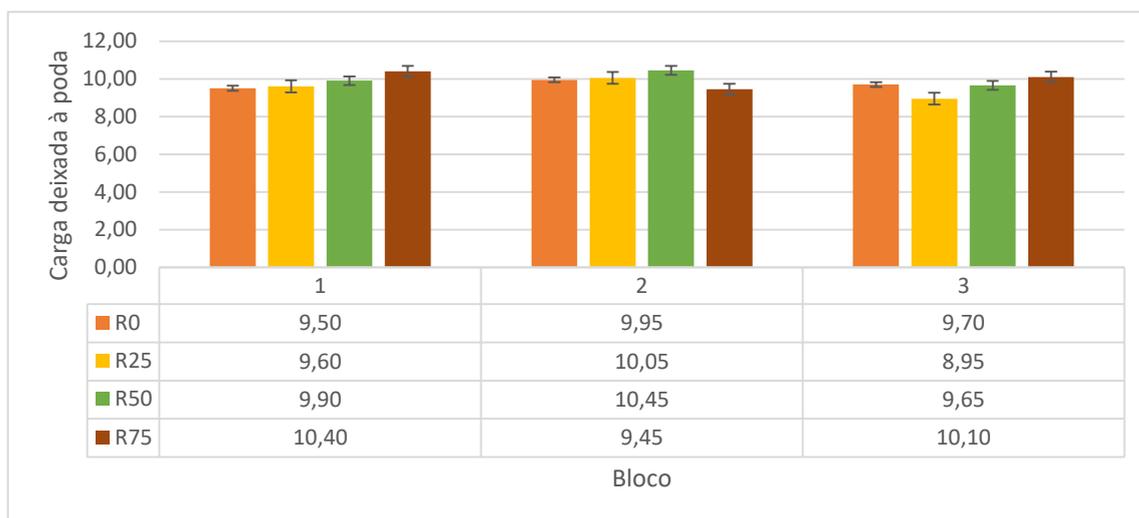


Figura 65: Carga média deixada à poda em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente à carga média deixada à poda em 2016

Tabela 136: ANOVA referente à carga média deixada à poda em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Carga

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	23103,733 ^a	6	3850,622	1261,497	,000
Bloco	5,833	2	2,917	,956	,386
Mod	9,083	3	3,028	,992	,397
Error	714,267	234	3,052		
Total	23818,000	240			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,969)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Número médio de pânpanos por videira

Número médio de pânpanos por videira, registado em 2016 por Ricardo Bravo.

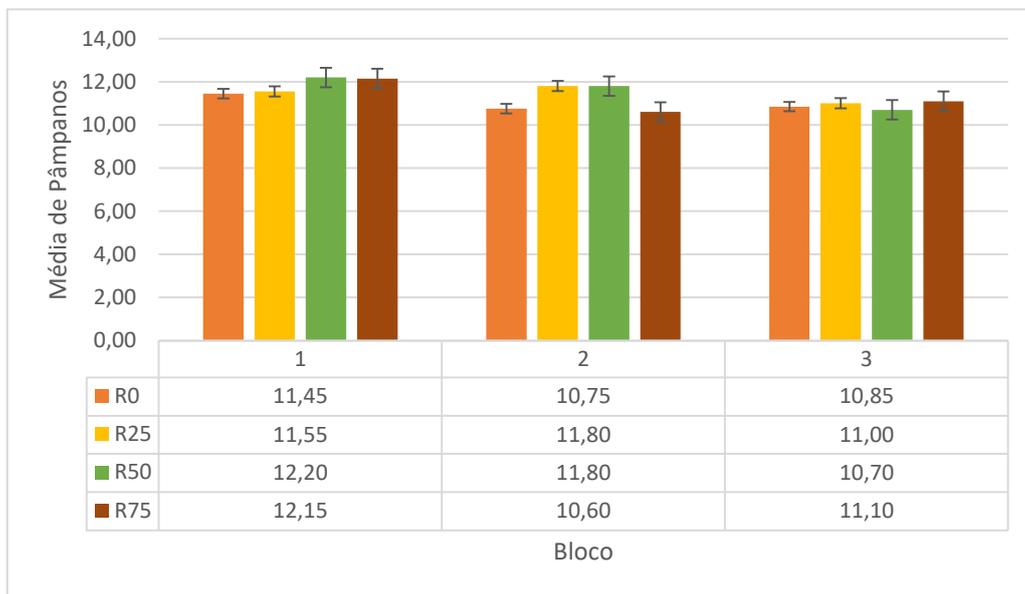


Figura 66: Número médio de pânpanos registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente número médio de pânpanos por videira em 2016.

Tabela 137: ANOVA referente ao número médio de pânpanos em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pampanos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	30849,483 ^a	6	5141,581	760,744	,000
Bloco	35,233	2	17,617	2,607	,076
Mod	10,246	3	3,415	,505	,679
Error	1581,517	234	6,759		
Total	32431,000	240			

a. R Squared = ,951 (Adjusted R Squared = ,950)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Número médio de inflorescências

Número médio de inflorescências, registado em 2016 por Ricardo Bravo.

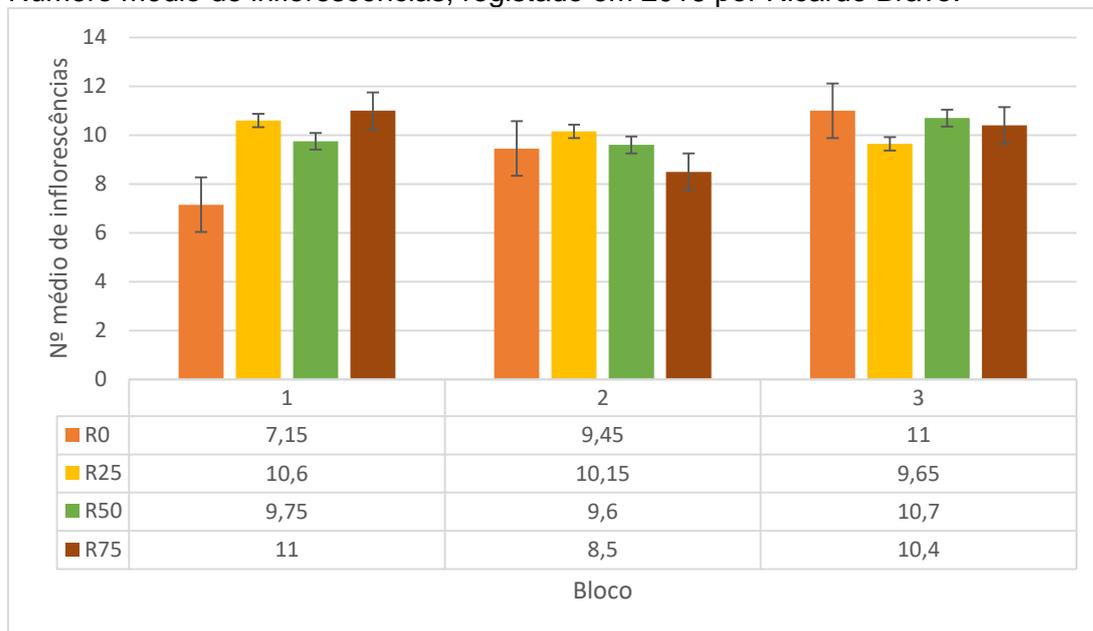


Figura 67: Número médio de inflorescências registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente ao número médio de inflorescências deixada à poda em 2016.

Tabela 138: ANOVA referente ao número médio de inflorescências em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Cachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	23265,558 ^a	6	3877,593	292,560	,000
Bloco	46,008	2	23,004	1,736	,179
Mod	32,546	3	10,849	,819	,485
Error	3101,442	234	13,254		
Total	26367,000	240			

a. R Squared = ,882 (Adjusted R Squared = ,879)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Taxa de Abrolhamento
 Taxa de Abrolhamento (%), registado em 2016 por Ricardo Bravo.

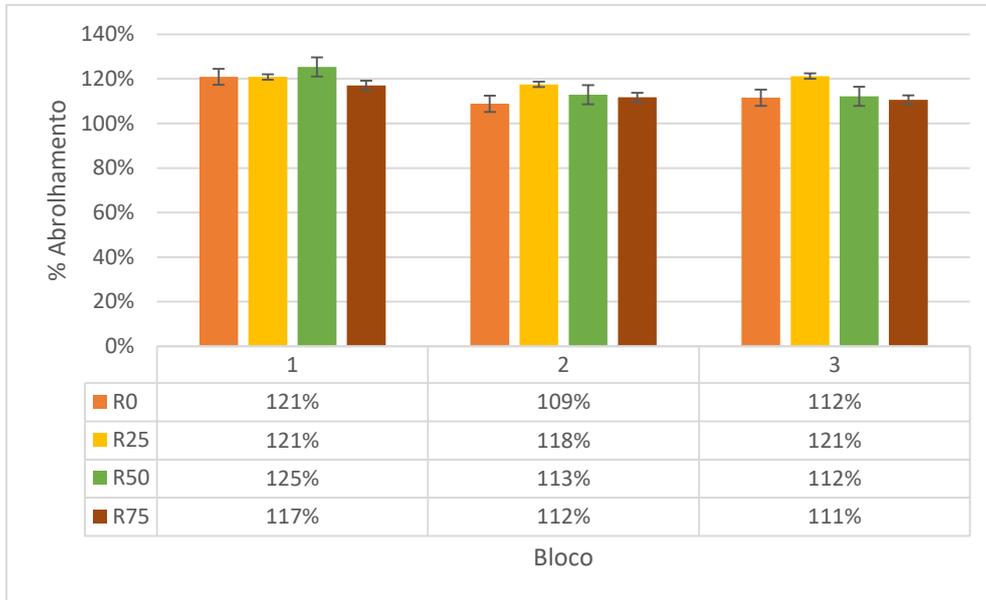


Figura 68: Taxa de Abrolhamento (%) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento em 2016.

Tabela 139: ANOVA referente à Taxa de Abrolhamento registada em 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tx Abrolhamento

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3225957,458 ^a	6	537659,576	1503,517	,000
Bloco	3310,362	2	1655,181	4,629	,011
Mod	1712,148	3	570,716	1,596	,191
Error	83678,709	234	357,601		
Total	3309636,168	240			

a. R Squared = ,975 (Adjusted R Squared = ,974)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Índice de Fertilidade Potencial

Índice de Fertilidade Potencial (%), registado em 2016 por Ricardo Bravo.

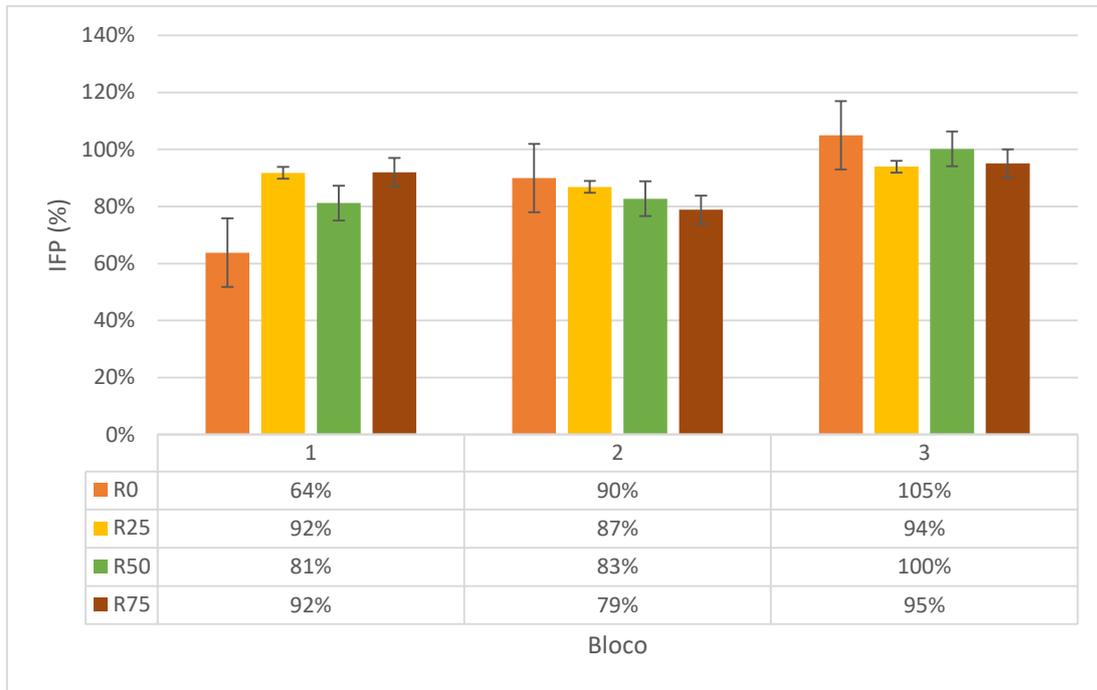


Figura 69: Índice de Fertilidade Potencial (%) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente ao Índice de Fertilidade Potencial em 2016.

Tabela 140: ANOVA referente ao Índice de Fertilidade Potencial registada em 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Índice de fertilidade Potencial

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1890443,304 ^a	6	315073,884	344,185	,000
Bloco	12494,602	2	6247,301	6,825	,001
Mod	657,354	3	219,118	,239	,869
Error	214208,317	234	915,420		
Total	2104651,621	240			

a. R Squared = ,898 (Adjusted R Squared = ,896)

Caraterização do Coberto Vegetal

Área Foliar Principal

Área Foliar Principal (m²), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

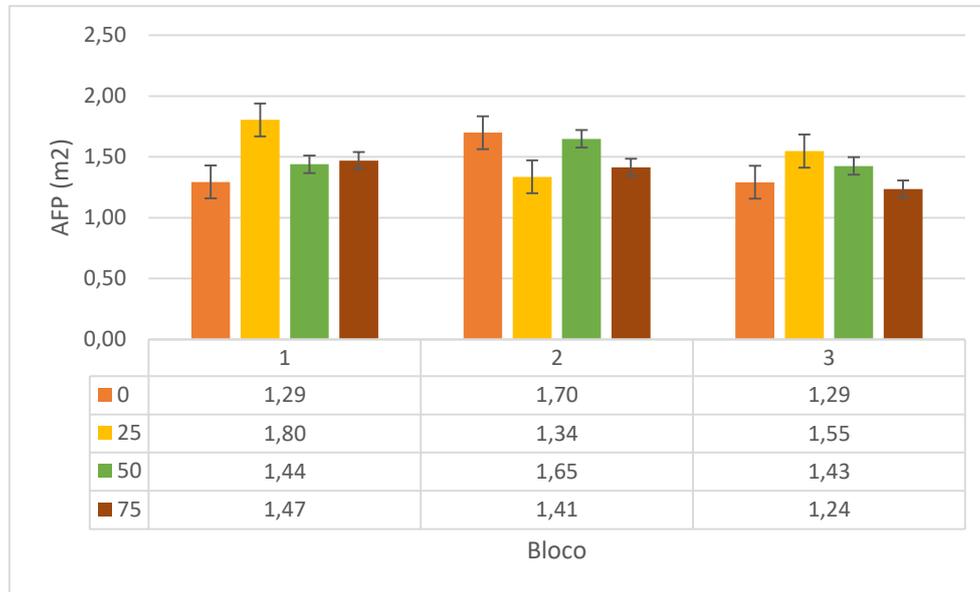


Figura 70: Área Foliar Principal (m²) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente à Área Foliar Principal (m²) em 2016.

Tabela 141: ANOVA referente à Área Foliar Principal (m²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m²)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	51,883 ^a	6	8,647	55,563	,000
Bloco	,103	2	,052	,331	,722
Modalidade	,125	3	,042	,267	,848
Error	2,801	18	,156		
Total	54,685	24			

a. R Squared = ,949 (Adjusted R Squared = ,932)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Área Foliar Netas

Área Foliar das Netas (m²), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

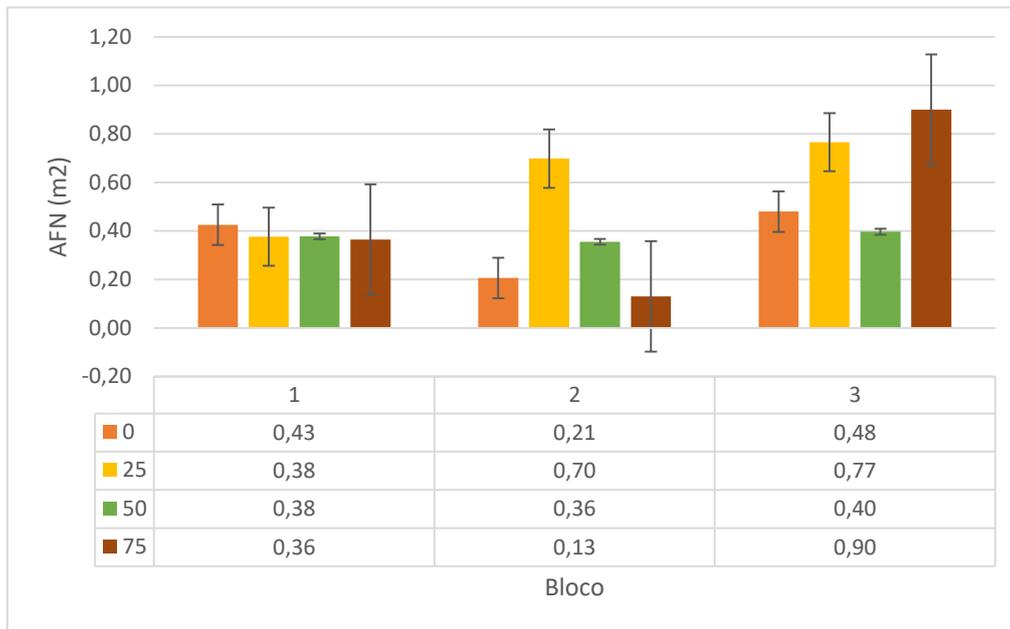


Figura 71: Área Foliar das Netas (m²) registado em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente à Área Foliar das Netas (m²) em 2016.

Tabela 142: ANOVA referente à Área Foliar das Netas (m²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m²)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5,618 ^a	6	,936	5,882	,002
Bloco	,391	2	,196	1,229	,316
Modalidade	,230	3	,077	,483	,699
Error	2,865	18	,159		
Total	8,483	24			

a. R Squared = ,662 (Adjusted R Squared = ,550)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Área Foliar Total

Área Foliar Total (m²), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

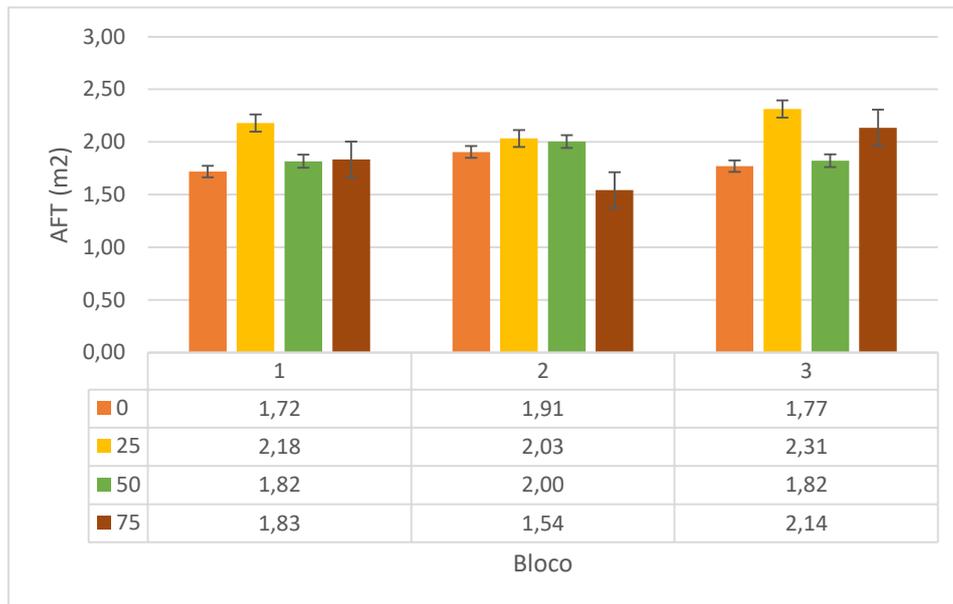


Figura 72: Área Foliar Total (m²) registada em 2016 entre blocos e entre modalidades.

Tabela ANOVA referente à Área Foliar Total (m²) em 2016.

Tabela 143: ANOVA referente à Área Foliar Total (m²) registada em 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m²)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	89,405 ^a	6	14,901	45,034	,000
Bloco	,093	2	,046	,140	,870
Modalidade	,530	3	,177	,534	,665
Error	5,956	18	,331		
Total	95,360	24			

a. R Squared = ,938 (Adjusted R Squared = ,917)

Densidade do Coberto Vegetal

Número de Camadas de Folhas

Número de Camadas de Folhas, registada em 2016 por Ricardo Bravo.

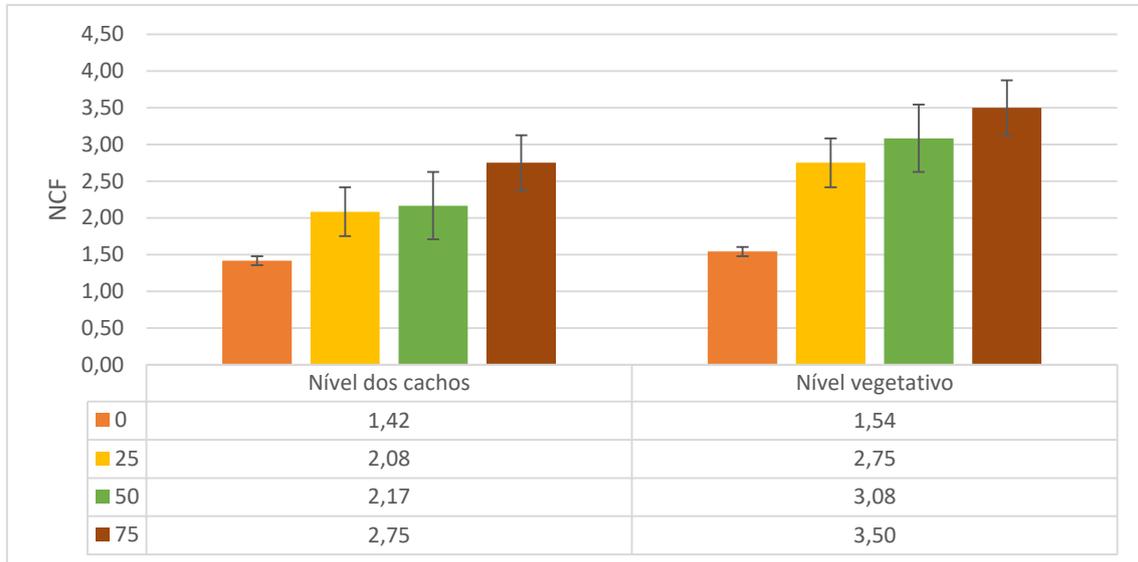


Figura 73: Número de Camadas de Folhas registado em 2016 entre modalidades.

Percentagem de Folhas Interiores

Percentagem de Folhas Interiores (%), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

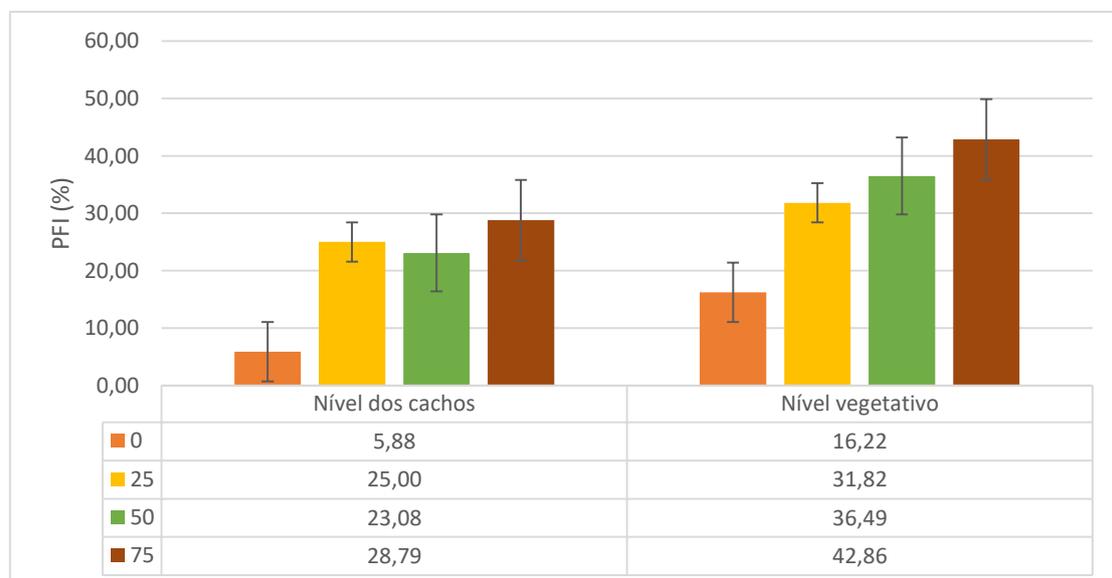


Figura 74: Percentagem de Folhas Interiores (%) registada em 2016 entre modalidades.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Percentagem de Cachos Interiores

Percentagem de Cachos Interiores (%), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

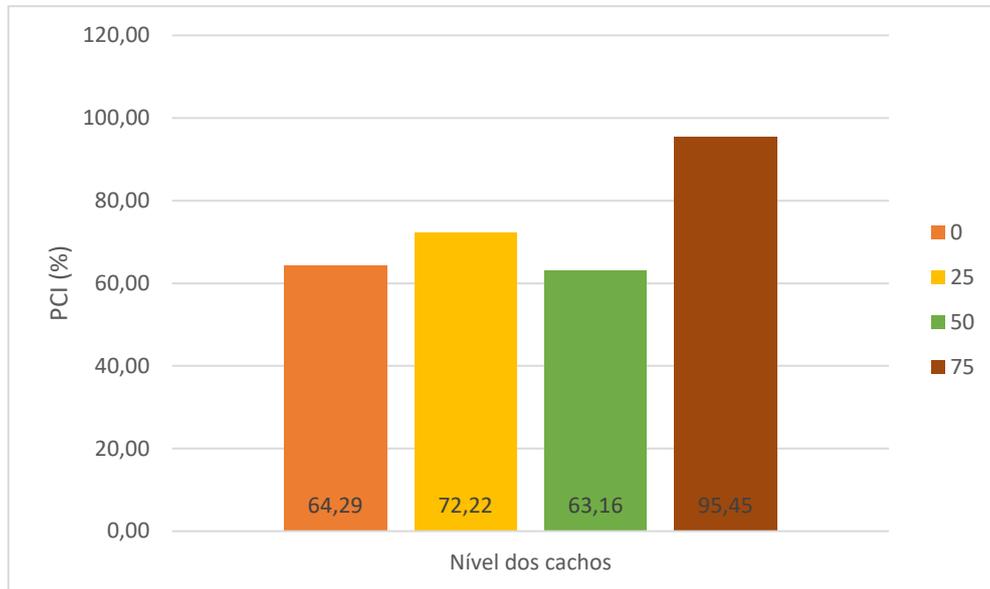


Figura 75: Percentagem de Cachos Interiores (%) registada em 2016 entre modalidades.

Percentagem de Buracos (%), registada em 2016 por Ricardo Bravo.

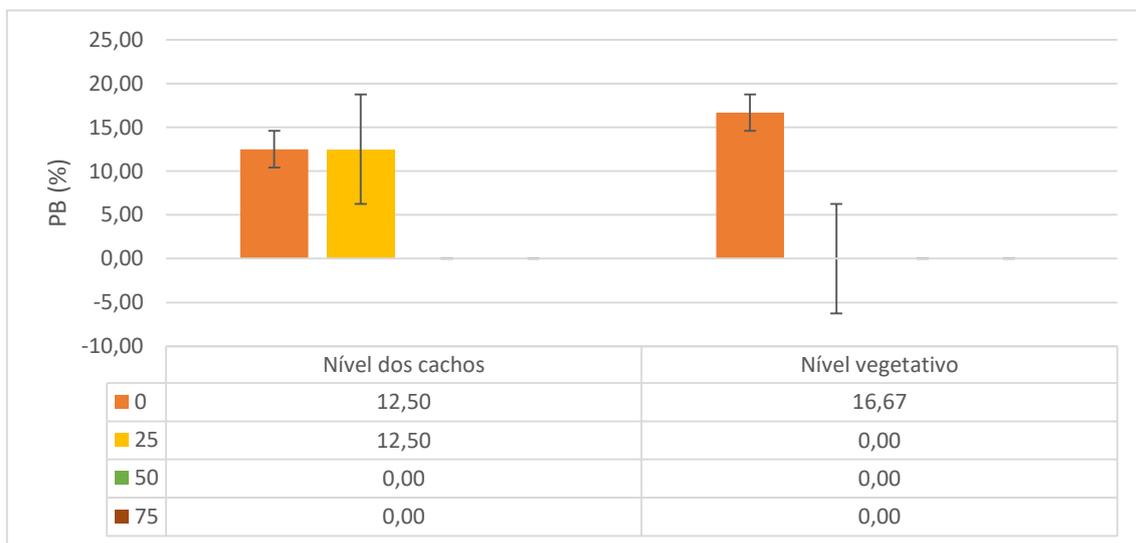


Figura 76: Percentagem de Buracos (%) registada em 2016 entre modalidades.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Medições Ecofisiológicas

Potencial Hídrico de Base

Tabela 144: Potencial Hídrico Foliar de Base (MPa) para cada modalidade nas diferentes datas em 2016, correspondentes ao dia anterior à rega.

Data	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
15 julho	-0,35	-0,38	-0,41	-0,41	-0,39	n.s.
2 agosto	-0,57	-0,56	-0,59	-0,58	-0,58	n.s.
17 agosto	-0,51	-0,55	-0,50	-0,54	-0,52	n.s.
31 agosto	-0,66	-0,72	-0,71	-0,62	-0,68	n.s.
Média	-0,52	-0,55	-0,55	-0,54	-0,54	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo.

Tabela 145: Potencial Hídrico Foliar de Base (MPa) para cada bloco nas diferentes datas em 2016, correspondentes ao dia anterior à rega.

Data	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. ⁽¹⁾
15 julho	-0,42a	-0,41ab	-0,34b	-0,39	*
2 agosto	-0,57	-0,62	-0,54	-0,58	n.s.
17 agosto	-0,58	-0,49	-0,51	-0,52	n.s.
31 agosto	-0,70	-0,69	-0,64	-0,68	n.s.
Média	-0,57	-0,55	-0,51	-0,54	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; *** p < 0,05.

Potencial Hídrico de Base (MPa) registada em 2016 por Ricardo Bravo.

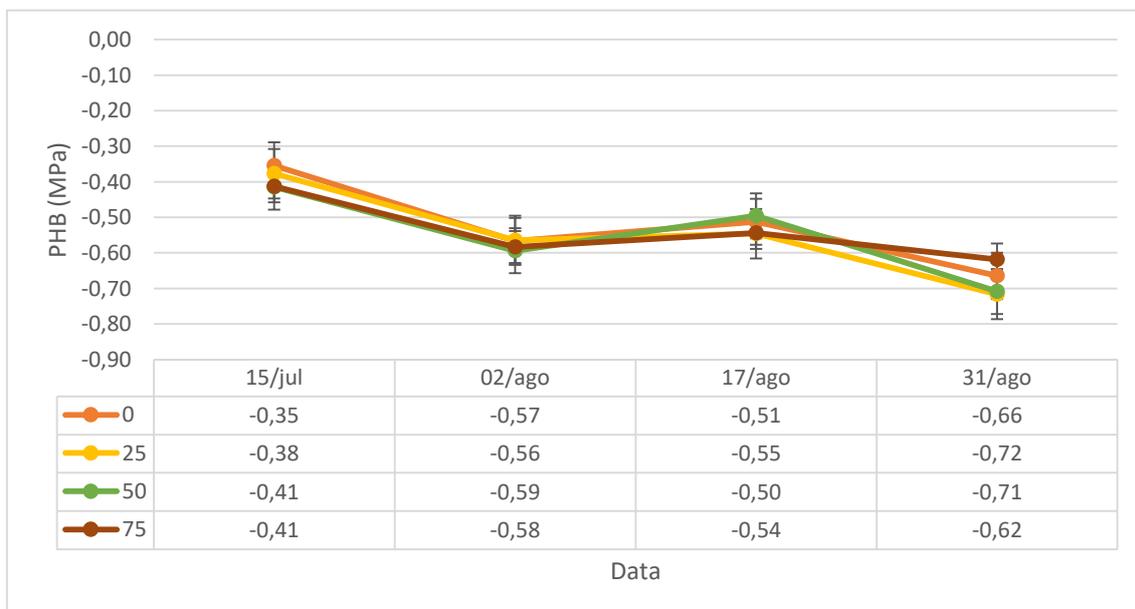


Figura 77: Evolução dos valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição em 2016.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabelas ANOVA referentes ao Potencial Hídrico de Base (MPa) em 2016.

Tabela 146: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 15 de julho de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos ($p < 0,05$).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7,383 ^a	6	1,231	174,177	,000
Bloco	,062	2	,031	4,353	,019
Modalidade	,031	3	,010	1,465	,238
Error	,297	42	,007		
Total	7,680	48			

a. R Squared = ,961 (Adjusted R Squared = ,956)

Tabela 147: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	16,036 ^a	6	2,673	173,416	,000
Bloco	,044	2	,022	1,435	,249
Modalidade	,007	3	,002	,151	,929
Error	,647	42	,015		
Total	16,684	48			

a. R Squared = ,961 (Adjusted R Squared = ,956)

Tabela 148: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	13,291 ^a	6	2,215	129,946	,000
Bloco	,066	2	,033	1,926	,158
Modalidade	,021	3	,007	,420	,739
Error	,716	42	,017		
Total	14,007	48			

a. R Squared = ,949 (Adjusted R Squared = ,942)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 149: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 2 de agosto de 2016. Sem Diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	22,110 ^a	6	3,685	146,532	,000
Bloco	,032	2	,016	,628	,539
Modalidade	,073	3	,024	,971	,416
Error	1,056	42	,025		
Total	23,166	48			

a. R Squared = ,954 (Adjusted R Squared = ,948)

Potencial Hídrico Diário

Tabela 150: Potencial Hídrico Foliar Diário (MPa) para cada modalidade.

Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
4h	-0,52a	-0,38b	-0,32bc	-0,23c	-0,36	***
10h	-1,50a	-1,48ab	-1,22bc	-1,05c	-1,31	*
14h	-1,54	-1,62	-1,50	-1,50	-1,54	n.s
17h	-1,53b	-1,78a	-1,77a	-1,68ab	-1,69	*
Média	-1,27	-1,31	-1,20	-1,11	-1,22	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” p <0,05; “***” p <0,001.

Tabela 151: Potencial Hídrico Foliar Diário (MPa) para cada bloco.

Hora	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. ⁽¹⁾
4h	-0,38	-0,32	-0,39	-0,36	n.s.
10h	-1,40	-1,35	-1,18	-1,31	*
14h	-1,50	-1,49	-1,63	-1,54	n.s.
17h	-1,68	-1,67	-1,72	-1,69	n.s.
Média	-1,24	-1,21	-1,23	-1,22	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” p <0,05.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Potencial Hídrico Diário (MPa) registada em 2016 por Ricardo Bravo.

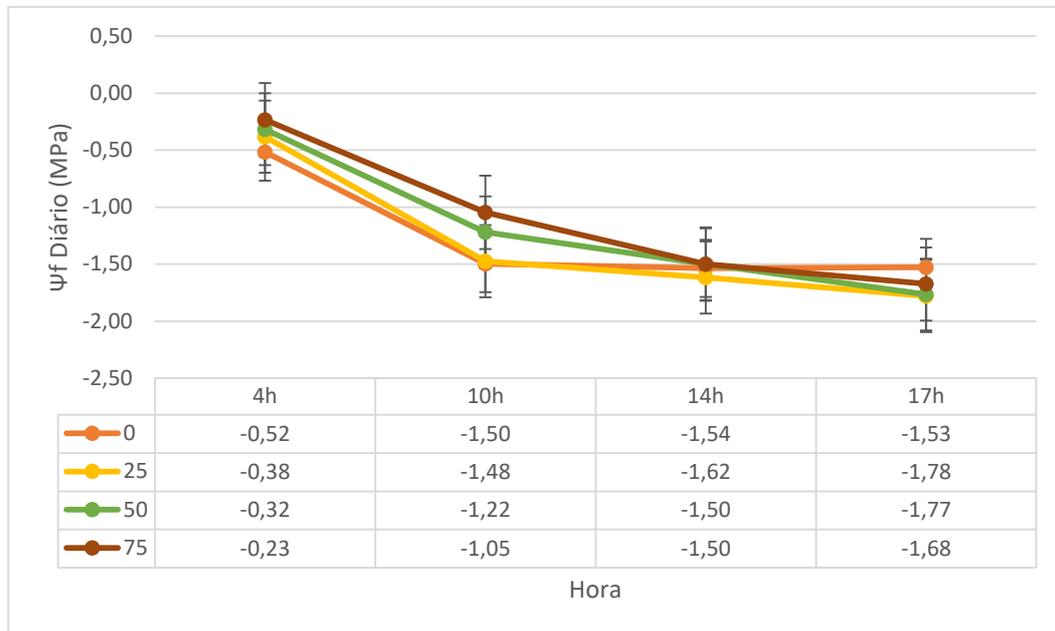


Figura 78: Evolução dos valores médios de Potencial Hídrico Diário (MPa) de cada modalidade nas diferentes horas de medição em 2016.

Tabelas ANOVA referentes ao Potencial Hídrico Diário (MPa) em 2016.

Tabela 152: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Diário no dia 6 de agosto de 2016 às 4h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 4h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,432 ^a	6	,572	110,494	,000
Bloco	,020	2	,010	1,947	,172
Modalidade	,258	3	,086	16,608	,000
Error	,093	18	,005		
Total	3,525	24			

a. R Squared = ,974 (Adjusted R Squared = ,965)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 153: ANOVA referente ao Potencial Hídrico Diário no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f 10h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	42,190 ^a	6	7,032	272,467	,000
Bloco	,206	2	,103	3,987	,037
Modalidade	,837	3	,279	10,810	,000
Error	,465	18	,026		
Total	42,654	24			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,985)

Tabela 154: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 5 de agosto de 2016 às 14h.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f 14h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	56,962 ^a	6	9,494	517,342	,000
Bloco	,096	2	,048	2,628	,100
Modalidade	,054	3	,018	,989	,420
Error	,330	18	,018		
Total	57,292	24			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,992)

Tabela 155: ANOVA referente ao Potencial Hídrico de Base no dia 5 de agosto de 2016 às 17h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_f 17h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	68,595 ^a	6	11,433	698,691	,000
Bloco	,012	2	,006	,377	,691
Modalidade	,239	3	,080	4,876	,012
Error	,295	18	,016		
Total	68,890	24			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,994)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Trocas gasosas ao nível dos estomas

Fotossíntese Líquida (A)

Tabela 156: Fotossíntese Líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) para cada modalidade.

Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. (1)
10h	5,81 a	12,31 b	11,15 b	10,96 b	10,06	***
14h	3,94	5,37	6,31	9,00	6,16	n.s.
17h	1,23 a	3,08 ab	5,98 bc	7,26 c	4,39	***
Média	3,66	6,92	7,81	9,07	6,87	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” p <0,05; “***” p <0,001.

Tabela 157: Fotossíntese Líquida ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) para cada bloco.

Hora	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. (1)
10h	8,79	10,11	11,28	10,06	n.s.
14h	6,07	5,79	6,61	6,16	n.s.
17h	3,92	4,58	4,66	4,39	n.s.
Média	6,26	6,83	7,51	6,87	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo.

Tabela 158: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A 10h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2603,902 ^a	6	433,984	91,756	,000
Bloco	24,786	2	12,393	2,620	,100
Modalidade	151,035	3	50,345	10,644	,000
Error	85,136	18	4,730		
Total	2689,038	24			

a. R Squared = ,968 (Adjusted R Squared = ,958)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 159: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A 14h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	993,764 ^a	6	165,627	16,134	,000
Bloco	2,780	2	1,390	,135	,874
Modalidade	81,644	3	27,215	2,651	,080
Error	184,783	18	10,266		
Total	1178,547	24			

a. R Squared = ,843 (Adjusted R Squared = ,791)

Tabela 160: ANOVA referente à Fotossíntese Líquida no dia 5 de agosto de 2016 às 17h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A 17h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	599,391 ^a	6	99,898	23,911	,000
Bloco	2,628	2	1,314	,315	,734
Modalidade	134,584	3	44,861	10,738	,000
Error	75,202	18	4,178		
Total	674,593	24			

a. R Squared = ,889 (Adjusted R Squared = ,851)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Condutância Estomática (g_s)

Tabela 161: Condutância Estomática (mmol.m⁻².s⁻¹) para cada modalidade.

Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. (1)
10h	0,02	0,40	0,04	0,63	0,27	n.s
14h	0,76	0,81	0,52	1,47	0,89	n.s.
17h	0,09	0,10	0,27	0,37	0,21	
Média	0,29	0,44	0,28	0,82	0,46	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “**” p <0,05; “***” p <0,01.

Tabela 162: Condutância Estomática (mmol.m⁻².s⁻¹) para cada bloco.

Hora	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. (1)
10h	0,47	0,05	0,30	0,27	n.s.
14h	0,84	0,74	1,09	0,89	n.s.
17h	0,08	0,38	0,16	0,21	
Média	0,46	0,39	0,52	0,46	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “**” p <0,05; “***” p <0,01.

Tabela 163: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Gs 10h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4,045 ^a	6	,674	1,911	,134
Bloco	,714	2	,357	1,012	,383
Modalidade	1,538	3	,513	1,453	,261
Error	6,351	18	,353		
Total	10,396	24			

a. R Squared = ,389 (Adjusted R Squared = ,185)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 164: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Gs 14h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	22,490 ^a	6	3,748	4,414	,006
Bloco	,537	2	,269	,316	,733
Modalidade	2,943	3	,981	1,155	,354
Error	15,286	18	,849		
Total	37,777	24			

a. R Squared = ,595 (Adjusted R Squared = ,460)

Tabela 165: ANOVA referente à Condutância Estomática no dia 5 de agosto de 2016 às 14h. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Gs 17h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1,761 ^a	6	,293	5,269	,003
Bloco	,383	2	,191	3,434	,055
Modalidade	,349	3	,116	2,089	,137
Error	1,003	18	,056		
Total	2,763	24			

a. R Squared = ,637 (Adjusted R Squared = ,516)

Taxa de Transpiração (E)

Tabela 166: Taxa de Transpiração (mmol.m⁻².s⁻¹) para cada modalidade.

Hora	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
10h	1,37 a	1,97 b	1,96 b	1,98 b	1,82	**
14h	2,78	2,55	3,11	3,62	3,01	n.s.
17h	1,93 a	2,47 a	4,29 b	4,42 b	3,28	***
Média	2,03	2,33	3,12	3,34	2,70	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “**” p <0,05; “***” p <0,01; “****” p <0,001.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 167: Taxa de Transpiração (mmol.m⁻².s⁻¹) para cada bloco.

Hora	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. (1)
10h	1,54 a	1,81 ab	2,11 b	1,82	**
14h	2,31 a	2,93 ab	3,80 b	3,01	**
17h	3,15	3,38	3,30	3,28	n.s.
Média	2,33	2,71	3,07	2,70	

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “**” p <0,05; “***” p <0,01.

Tabela 168: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E 10h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	82,470 ^a	6	13,745	151,955	,000
Bloco	1,296	2	,648	7,162	,005
Modalidade	1,604	3	,535	5,911	,005
Error	1,628	18	,090		
Total	84,098	24			

a. R Squared = ,981 (Adjusted R Squared = ,974)

Tabela 169: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E 14h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	230,838 ^a	6	38,473	63,189	,000
Bloco	8,960	2	4,480	7,358	,005
Modalidade	3,833	3	1,278	2,098	,136
Error	10,959	18	,609		
Total	241,797	24			

a. R Squared = ,955 (Adjusted R Squared = ,940)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 170: ANOVA referente à Taxa de Transpiração no dia 5 de agosto de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E 17h

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	286,645 ^a	6	47,774	69,796	,000
Bloco	,218	2	,109	,159	,854
Modalidade	28,816	3	9,605	14,033	,000
Error	12,321	18	,684		
Total	298,965	24			

a. R Squared = ,959 (Adjusted R Squared = ,945)

Composição dos mostos

Dados registados em 2016 por Ricardo Bravo.

Tabela 171: Composição dos mostos analisados em 2016 para cada modalidade.

Parâmetro	R0	R25	R50	R75	Sig. (1)
Álcool Provável (%)	11,93 a	12,37 ab	12,60 ab	12,75 b	*
pH	3,95	3,93	3,79	3,92	n.s.
Acidez Total (g/L)	3,69	3,64	3,64	3,56	n.s.
Ácido Málico (g/L)	1,96	2,08	1,87	1,84	n.s.
Antocianas (mg/L)	65,00	69,50	77,33	117,00	n.s.
Polifenóis (mg/L)	428,28	415,75	426,68	515,75	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; “*” p <0,05.

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 172: Composição dos mostos analisados em 2016 para cada bloco.

Hora	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Sig. (1)
Álcool Provável (%)	12,43	12,11	12,70	n.s.
pH	3,99	3,80	3,90	n.s.
Acidez Total (g/L)	3,55 a	3,56 a	3,78 b	*
Ácido Málico (g/L)	2,03	1,78	2,01	n.s.
Antocianinas (mg/L)	71,63	70,00	105,00	n.s.
Polifenóis (mg/L)	436,73	429,38	473,75	n.s.

(1)Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; *** p <0,05.

Tabela 173: ANOVA referente ao Álcool Provável no dia 23 de setembro de 2016 às 10h. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Alc. Provável (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3701,351 ^a	6	616,892	2907,454	,000
Bloco	1,383	2	,691	3,258	,062
Modalidade	2,285	3	,762	3,589	,034
Error	3,819	18	,212		
Total	3705,170	24			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,999)

Tabela 174: ANOVA referente ao pH no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	364,896 ^a	6	60,816	2601,757	,000
Bloco	,152	2	,076	3,256	,062
Modalidade	,094	3	,031	1,341	,293
Error	,421	18	,023		
Total	365,317	24			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,998)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 175: ANOVA referente à Acidez Total no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ac. Total (g Ácido Tartárico/L)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	316,640 ^a	6	52,773	1460,461	,000
Bloco	,269	2	,135	3,726	,044
Modalidade	,053	3	,018	,485	,697
Error	,650	18	,036		
Total	317,291	24			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Tabela 176: ANOVA referente ao Ácido Málico no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ác. Málico g/L

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	90,740 ^a	6	15,123	214,697	,000
Bloco	,291	2	,145	2,065	,156
Modalidade	,200	3	,067	,948	,438
Error	1,268	18	,070		
Total	92,008	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,982)

Tabela 177: ANOVA referente ao Teor de Antocianinas no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Antocianinas (mg/L)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	178592,250 ^a	6	29765,375	22,555	,000
Bloco	6244,083	2	3122,042	2,366	,122
Modalidade	10151,125	3	3383,708	2,564	,087
Error	23754,750	18	1319,708		
Total	202347,000	24			

a. R Squared = ,883 (Adjusted R Squared = ,843)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 178: ANOVA referente ao Teor de Polifenóis no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Polifenóis (mg/L)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4835039,137 ^a	6	805839,856	101,761	,000
Bloco	9050,703	2	4525,352	,571	,575
Modalidade	38793,707	3	12931,236	1,633	,217
Error	142540,463	18	7918,915		
Total	4977579,600	24			

a. R Squared = ,971 (Adjusted R Squared = ,962)

Rendimento à vindima

Dados registados em 2016 por Ricardo Bravo.

Tabela 179: Rendimento à vindima em 2016 para cada modalidade.

Parâmetro	R ₀	R ₂₅	R ₅₀	R ₇₅	Média	Sig. ⁽¹⁾
Nº Cachos/Videira	9,80	10,68	10,72	11,20	10,60	n.s.
Peso Cachos (g)	172,58 a	202,16 b	217,44 b	202,26 b	172,58	***
Peso médio bagos (g)	1,74	1,79	1,85	1,80	1,79	n.s.
Volume do bago (mL)	1,65	1,76	1,82	1,78	1,75	n.s.
Produção/videira	1,78 a	2,27 ab	2,41 ab	2,34 b	2,20	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; "***" p <0,05; "****" p<0,001.

Tabela 180: Rendimento à vindima em 2016 para cada bloco.

Parâmetro	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Média	Sig. ⁽¹⁾
Nº Cachos/Videira	10,38	10,18	11,25	10,60	n.s.
Peso Cachos (g)	172,34 a	193,46 a	230,02 b	198,61	***
Peso médio bagos (g)	1,71 a	1,72 a	1,96 b	1,79	*
Volume do bago (mL)	1,82	1,76	1,68	1,75	n.s.
Produção/videira	1,93 a	2,02 a	2,66 b	2,20	***

⁽¹⁾Significância do teste à Análise da Variância das Médias (ANOVA). n.s. – não significativo; "***" p <0,05; "****" p<0,001

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 181: ANOVA referente ao Número de Cachos no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nr de cachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	27079,933 ^a	6	4513,322	257,460	,000
Bloco	52,300	2	26,150	1,492	,227
Mod	61,233	3	20,411	1,164	,324
Error	4102,067	234	17,530		
Total	31182,000	240			

a. R Squared = ,868 (Adjusted R Squared = ,865)

Tabela 182: ANOVA referente ao Peso médio dos cachos no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso/cacho

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	9666705,329 ^a	6	1611117,555	438,584	,000
Bloco	136261,526	2	68130,763	18,547	,000
Mod	63470,996	3	21156,999	5,759	,001
Error	859588,205	234	3673,454		
Total	10526293,533	240			

a. R Squared = ,918 (Adjusted R Squared = ,916)

Tabela 183: ANOVA referente ao Peso dos bagos recolhida no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso / bago (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	77,574 ^a	6	12,929	396,669	,000
Bloco	,326	2	,163	5,005	,019
Modalidade	,040	3	,013	,405	,751
Error	,587	18	,033		
Total	78,161	24			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,990)

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e
qualidade na casta Touriga Franca na região do Douro

Tabela 184: ANOVA referente ao Volume dos bagos recolhida no dia 23 de setembro de 2016. Sem diferenças estatisticamente significativas entre modalidades e entre blocos.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Volume (mL)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	738390,083 ^a	6	123065,014	395,360	,000
Bloco	716,583	2	358,292	1,151	,339
Modalidade	922,458	3	307,486	,988	,421
Error	5602,917	18	311,273		
Total	743993,000	24			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,990)

Tabela 185: ANOVA referente à Produção por videira no dia 23 de setembro de 2016. Diferenças estatisticamente significativas entre blocos e entre modalidades.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso (kg)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1201,820 ^a	6	200,303	129,811	,000
Bloco	25,295	2	12,648	8,197	,000
Mod	14,485	3	4,828	3,129	,026
Error	361,070	234	1,543		
Total	1562,890	240			

a. R Squared = ,769 (Adjusted R Squared = ,763)