

Influência de diferentes dotações de rega sobre o rendimento e qualidade na casta Touriga Nacional na Região do Douro

Micaela Carolina Costa Fonseca

Mestrado em Engenharia Agronómica
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2018

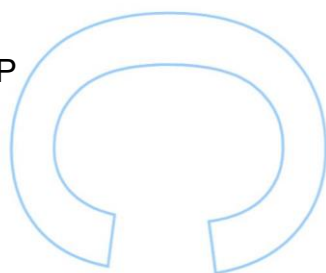
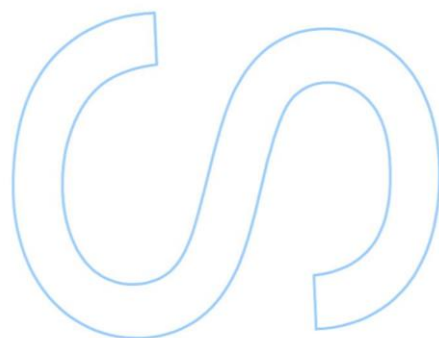
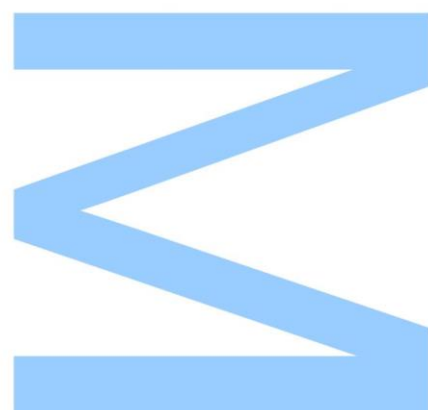
Orientador

Jorge Bernardo Lacerda de Queiroz, Professor Auxiliar, FCUP

Coorientadores

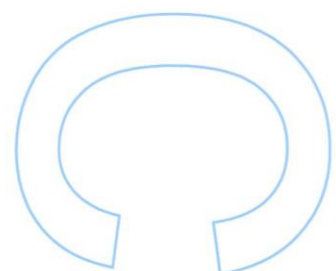
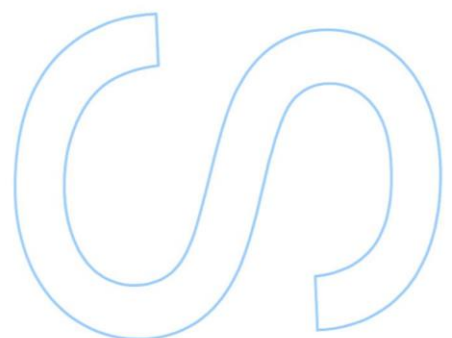
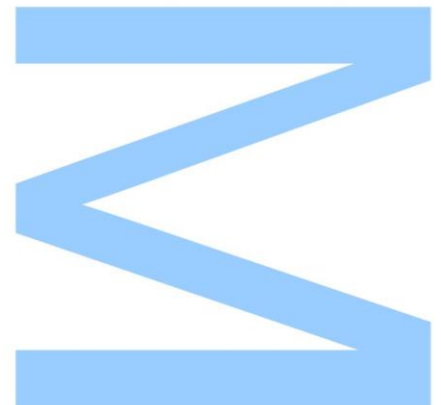
Inês Lourenço Cabral, Mestre em Engenharia Agronómica, FCUP

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



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

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Durante todo o meu percurso académico e, portanto, ao longo deste ano dedicado à realização desta dissertação foram várias as pessoas que contribuíram para que esta fosse executada com sucesso.

Expresso, em primeiro lugar, o meu agradecimento ao meu orientador, Professor Jorge Queiroz, pelos ensinamentos transmitidos ao longo destes dois anos de Mestrado, por me ter possibilitado a realização desta dissertação numa das áreas que me apaixonam e, por toda a disponibilidade, apoio e opiniões durante a realização desta tese.

Agradeço à Quinta do Crasto S.A, por terem permitido a realização desta tese e por terem proporcionado sempre todas as condições necessárias à realização deste trabalho.

À Inês Cabral, que tive o prazer de conhecer durante este ano, um profundo agradecimento, não só por toda a ajuda que prestou ao longo destes meses, mas também por estar sempre disposta a ajudar, pelo incentivo, por toda a informação disponibilizada e pelos conselhos e opiniões dadas em todo este trabalho. Obrigada pela ajuda, pelas gargalhadas, pelos momentos passados na Quinta da Cabreira, pelo companheirismo e por toda a amizade criada, que espero que se mantenha por muitos e longos anos.

Ao Engenheiro Tiago Nogueira, pela ajuda, disponibilidade e opiniões dadas durante os dias de trabalho de campo.

À Elsa, um muito obrigada por toda a ajuda durante estes meses, pelo companheirismo, amizade e por todos aqueles dias passados na Quinta da Cabreira em que, apesar de o trabalho duro nos desgastar, havia sempre aquele momento de descontração a rir por tudo e por nada.

À Engenheira Rosário pela ajuda indispensável e pelo apoio que nos forneceu durante a realização das análises.

Ao Engenheiro Manuel Lobo e à Engenheira Cátia Barbeta pela simpatia, e pelas palavras de apoio.

À ADVID pela cedência dos instrumentos que permitiram que esta tese fosse realizada.

Aos funcionários da Quinta da Cabreira, em especial ao Senhor António, ao Luís, ao Eduardo, à Ana e à Maria pela ajuda indispensável que nos prestaram ao longo do trabalho de campo.

Aos amigos que vêm de sempre e aos que fiz nestes dois anos de Mestrado.

Por fim, e não menos especial, à minha família. Aos meus pais, em especial à minha mãe, por sempre me possibilitarem realizar os meus sonhos, e por todo o apoio incondicional. À minha irmã, por me ter ajudado sempre que podia e em tudo o que podia, por toda a amizade e por todo o amor incondicional. Ao meu irmão, por conseguir sempre fazer-me rir, mesmo quando a paciência era pouca. Sem vocês nada disto seria possível, obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela ajuda e por fazerem de mim o que sou hoje!

Resumo

A Região Demarcada do Douro é caracterizada por ter um clima mediterrâneo, com temperaturas altas e precipitações irregulares ao longo do ano. Apesar da vinha ser resistente a grandes períodos de seca, a escassez de água no solo durante períodos prolongados pode afetar a produção e a qualidade das uvas e posteriormente dos vinhos produzidos nesta região. De forma a colmatar esta problemática, surge a necessidade de implementar sistemas de rega e de otimizar o gasto de água.

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. Este trabalho teve como objetivo analisar qual a melhor estratégia de irrigação de modo a conciliar aumentos de produtividade sem afetar a qualidade. Assim, estabeleceram-se duas irrigações, semanal e quinzenal, e quatro modalidades de rega com base nas percentagens de Evapotranspiração cultural (ETc) na casta Touriga Nacional nomeadamente: (1) R0, que consiste na modalidade sem irrigação (ou testemunha); (2) R25, com 25% de ETc; (3) R50, com 50% de ETc e (4) R75 com 75% de ETc. Assim, estas modalidades foram instaladas em 6 blocos, cada bloco num patamar que incluía bardo interior e bardo exterior.

Os resultados registados ao início do ciclo fenológico, nomeadamente os parâmetros de fertilidade mostraram ser todos muito homogêneos, não se tendo registado diferenças significativas entre modalidades.

No Potencial Hídrico de Base e Potencial Hídrico Foliar Diário, apenas foram observadas diferenças significativas no segundo parâmetro, onde R0 era diferente das restantes modalidades na medição efetuada pós rega nas irrigações semanal e quinzenal.

No que diz respeito ao número de cachos e ao peso dos cachos por videira, nas duas irrigações, os valores foram superiores em R75, havendo apenas diferenças significativas entre esta modalidade e a modalidade não regada no parâmetro do peso dos cachos, na irrigação quinzenal. Em relação aos parâmetros qualitativos como pH, acidez total, álcool provável, não existiram diferenças significativas entre modalidades nas duas irrigações, mas é de notar que os valores mais altos eram observados, geralmente, nas modalidades com maiores dotações de rega.

Na produção por videira, foram registadas diferenças estatisticamente significativas na irrigação quinzenal entre R25 e R75, onde R25 registou o menor valor.

Já na irrigação semanal, no que diz respeito à produção por videira, o valor mais alto foi obtido em R50 e o mais baixo em R75.

No geral, podemos concluir, que foram demonstrados efeitos positivos em termos de rendimento nas modalidades com maiores dotações de rega (R50 e R75).

Palavras-chave: Douro Superior; Touriga Nacional; Rega Deficitária; Evapotranspiração; Potencial Hídrico; Rendimento; Qualidade.

Abstract

The Douro region is characterized by a Mediterranean climate, with high temperatures and irregular precipitation throughout the year. Although the vineyard is resistant to great periods of drought, the scarcity of water for long periods of time may affect the production and the quality of the grapes and subsequently of the wines produced in this region. In order to address this problem, the need arises to implement irrigation systems and to optimize water consumption.

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 work has as objective to analyze the best strategy so reconciling productivity increases without affecting quality. Therefore, we settled two irrigations, weekly and biweekly, and four irrigations modes based on the percentage of Cultural Evapotranspiration (ET_c) in cv. Touriga Nacional, with included: 1) R0, the non-irrigated modality (control); (2) R25 with 25% ET_c; (3) R50 with 50% evapotranspiration and (4) R75 consisting of 75% evapotranspiration mode. These modalities were installed in 6 different blocks, each block in a terrace, with inner and outer row of vines.

The results recorded at the beginning of the phenological cycle, in particular the parameters of fertility showed to be very homogeneous, not having noted significant differences between irrigations.

The water potential and leaf water potential diary, only significant differences were observed in the second parameter, where R0 was different from the other methods on measurement in the watering post weekly and biweekly irrigations.

With regard to the number of bunches and the weight of the bunches per vine, in the two irrigation, the values were superior in R75, going on only significant differences between this mode and not watered in the mode parameter of the weight of the bunches, in bi-weekly irrigation. In relation to qualitative parameters such as pH, total acidity, alcohol likely, there were no significant differences between the two modes irrigation, but it should be noted that the higher values were observed generally in most irrigation allocations.

In production per vine, statistically significant differences were reported in biweekly irrigation between R25 and R75, where the lowest value recorded R25. In weekly irrigation, with regard to production per vine, the highest value was obtained in R50 and lowest in R75.

In General, we can conclude, that were demonstrated positive effects in terms of income in most irrigation allocations (R50 and R75).

Keywords: Douro Superior; Touriga Nacional; Deficit Irrigation; Evapotranspiration; Pre-dawn water potencial; Yield; Quality.

Índice

Índice de Figuras	3
Índice de Tabelas	8
Lista de abreviaturas.....	10
1. Introdução.....	12
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1 Viticultura – sistemática da videira.....	13
2.2 Viticultura em Portugal	13
2.3 Região Demarcada do Douro	15
2.3.1 Clima.....	17
2.3.2 Solo.....	18
2.4 Necessidades hídricas – Défice hídrico	19
2.5 Cálculo da evapotranspiração	21
2.6 Indicadores do estado hídrico.....	22
2.6.1 Potencial hídrico foliar	23
2.6.2 Monitorização de trocas gasosas	25
2.7 Modelos de rega deficitária	27
2.7.1 Rega Deficitária Controlada (Regulated Deficit Irrigation – RDI)	27
2.7.2 Rega Radicular Alternada (Partial Root-zone Drying – PRD)	28
2.8 Material vegetativo	28
2.8.1 Casta – Touriga Nacional.....	28
2.8.2 Porta-enxertos – 110 Richter (110R).....	30
3. Material e Métodos	32
3.1 Caraterização do ensaio.....	32
3.1.1 Localização da Parcela	32
3.1.2 Delineamento Experimental	33
3.1.3 Caraterísticas Edafoclimáticas	36
3.1.4 Rega gota-a-gota	37
3.1.5 Sistema de condução e operações culturais	38
3.2 Metodologia.....	38
3.2.1 Carga deixada à poda e peso da lenha.....	38
3.2.2 Registo dos estados fenológicos.....	39
3.2.3 Índices de Fertilidade	39
3.2.4 Caraterização do coberto vegetal.....	40
3.2.4.1 Estimativa da área foliar	40
3.2.4.2 Densidade do coberto vegetal.....	42

3.2.4.3	Superfície foliar exposta.....	43
3.2.5	Cálculo da evapotranspiração e das necessidades de rega na vinha.....	44
3.2.6	Medições da atividade fisiológica	45
3.2.6.1	Potencial hídrico foliar	45
3.2.6.2	Trocas gasosas ao nível dos estomas	47
3.2.7	Evolução da maturação e qualidade da vindima	48
3.3	Análise estatística dos resultados.....	50
4.	Resultados e Discussão.....	51
4.1	Caraterização climática da região	51
4.2	Evolução fenológica	55
4.3	Índices de Fertilidade	56
4.3.1	Carga deixada à poda, número de inflorescências, número de pâmpanos e peso da lenha de poda.....	56
4.3.2	Taxa de Abrolhamento (TA)	61
4.3.3	Índice de Fertilidade Potencial (IFP).....	63
4.4	Caraterização do coberto vegetal.....	64
4.4.1	Área Foliar	64
4.4.2	Densidade do coberto vegetal.....	69
4.4.2.1	Point quadrat.....	69
4.4.2.2	Superfície foliar exposta.....	82
4.5	Evapotranspiração e cálculo de rega.....	84
4.6	Medições ecofisiológicas.....	85
4.6.1	Potencial Hídrico Foliar de Base	86
4.6.2	Potencial Hídrico Foliar Diário	91
4.6.3	Trocas gasosas ao nível dos estomas	96
4.7	Evolução da maturação, qualidade da vindima e componentes de rendimento .	97
4.7.1	Composição dos mostos	97
4.7.2	Rendimento à vindima.....	109
5.	Considerações Finais	115
6.	Referências Bibliográficas.....	119

Índice de Figuras

Figura 1: Regiões Vitivinícolas em Portugal e respetivas Indicações Geográficas Protegidas e Denominações de Origem Protegida (IVV, 2018)	15
Figura 2: Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004)	16
Figura 3: Representação esquemática de parte da câmara de pressão e o seu modo de funcionamento (Prichard <i>et al.</i> , 2004)	24
Figura 4: Distribuição nacional da casta Touriga Nacional (Bohm, 2010) e aspeto da folha e do cacho (fotografias registadas na Quinta da Cabreira 2018)	29
Figura 5: Vista aérea da Quinta da Cabreira, Vila Nova de Foz Côa e localização da parcela da casta Touriga Nacional utilizada no ensaio (coordenadas: 41°03'54.2"N 7°04'00.8"W). Fonte: Google Earth®	32
Figura 6: Esquema do ensaio I15 localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R0, sendo estas não regadas; R25 com 25% de ETc; R50 com 50% de ETc e R75 correspondente a videiras com 75% de ETc (* - localização da Sonda).....	34
Figura 7: Esquema do ensaio I8 localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R0, sendo estas não regadas; R25 com 25% de ETc; R50 com 50% de ETc e R75 correspondente a videiras com 75% de ETc	34
Figura 8: Aspeto dos gotejadores exteriores instalados no ensaio	35
Figura 9: 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.....	36
Figura 10: Aspeto das videiras da casta Touriga Nacional na Quinta da Cabreira, 2018	39
Figura 11: Marcação da videira e pânpano para medição da área foliar	40
Figura 12: Aspeto dos cachos na primeira medição da área foliar, a 15 de junho.....	41
Figura 13: Ilustração da medição da área foliar no campo, nas folhas principais e nas netas.....	42
Figura 14: Aspeto da câmara de Schölander com botija de gás acoplada e colocação da folha (pecíolo) na válvula da câmara de Schölander	45
Figura 15: Conteúdo de água no solo e os três picos de rega, correspondentes às regas realizada na Quinta da Cabreira, no ensaio I15, no mês de agosto. Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela.	46
Figura 16: Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela de Touriga Nacional em estudo, onde se verificam valores baixos de humidade (Soil Water Content) a partir do dia 2 de julho, perto do limite de <i>stress</i> hídrico (Onset of Stress).	46
Figura 17: Aspeto da unidade de tratamento de dados e da câmara de Parkinson que constituem o dispositivo IRGA.....	48
Figura 18: Aspeto dos sacos de recolha de amostras de bagos e das caixas após contagem de bagos.....	49
Figura 19: Aspeto dos dispositivos Miura One® (à esquerda), Crison® (ao centro) e refratómetro (à direita), para analisar os diferentes parâmetros qualitativos.	49
Figura 20: Temperaturas mínima, máxima e média em °C registadas nos meses de outubro de 2017 a outubro de 2018 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.	51
Figura 21: Temperatura média (°C), Precipitação (mm) e Evapotranspiração da cultura de referência (mm) registadas nos meses de outubro de 2017 a outubro de 2018 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.	52
Figura 22: Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registadas na estação meteorológica da Quinta da Cabreira ao longo de 3 anos, de outubro de 2015 a outubro de 2018	53

Figura 23: 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 2017 a outubro de 2018.....	54
Figura 24: Número de olhos em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	56
Figura 25: Número de olhos em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	57
Figura 26: Número médio de pânpanos por videira, em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	58
Figura 27: Número médio de pânpanos por videira, em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	58
Figura 28: Número médio de inflorescências em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	59
Figura 29: Número médio de inflorescências em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.	60
Figura 30: Peso da lenha de poda em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação quinzenal. As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.	60
Figura 31: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas.	61
Figura 32: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.	62
Figura 33: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas.	63
Figura 34: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.	64
Figura 35: Área Foliar Principal (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018	65
Figura 36: Área Foliar Principal (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018.....	66
Figura 37: Área Foliar Netas (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018	67
Figura 38: Área Foliar Netas (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018.....	67

Figura 39: Área Foliar Total (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018	68
Figura 40: Área Foliar Total (m ²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018	69
Figura 41: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Medição realizada a 26 de julho de 2018.	70
Figura 42: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas. Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	70
Figura 43: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 26 de julho de 2018.	72
Figura 44: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	72
Figura 45: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 26 de julho de 2018.	74
Figura 46: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	74
Figura 47: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 26 de julho de 2018.	76
Figura 48: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	76
Figura 49: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 26 de julho de 2018.	80
Figura 50: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	80
Figura 51: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 26 de julho de 2018.	81
Figura 52: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.	81
Figura 53: Variação da Evapotranspiração recolhida pela estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira entre os meses de junho e setembro de 2018.	84
Figura 54: Valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição, na I15.	87

Figura 55: Evolução dos valores médios do Potencial Hídrico de Base (Ψ_b) para cada modalidade ao longo dos dias de medição na I8.....	90
Figura 56: Potencial Hídrico Diário médio antes da rega. Registado no dia 30 de agosto no ensaio I15.....	92
Figura 57: Potencial Hídrico Diário médio depois da rega. Registado no dia 1 de setembro no ensaio I15.....	92
Figura 58: Potencial Hídrico Diário médio antes da rega. Registado no dia 31 de agosto, na I8.....	94
Figura 59: Potencial Hídrico Diário médio depois da rega. Registado no dia 2 de setembro, na I8.....	95
Figura 60: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro, na I15. Dados estatisticamente não significativos.....	98
Figura 61: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro, na I8. Dados estatisticamente não significativos.....	99
Figura 62: Evolução do pH entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.	100
Figura 63: Evolução do pH entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos	101
Figura 64: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.....	101
Figura 65: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos.....	102
Figura 66: Evolução do Ácido Málico (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.....	103
Figura 67: Evolução do Ácido Málico (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos.....	104
Figura 68: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 12 e 19 de setembro na I15. Dados não analisados estatisticamente. .	104
Figura 69: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 12 e 19 de setembro na I8. Dados não analisados estatisticamente.....	105
Figura 70: Evolução de Antocianinas (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.....	105
Figura 71: Evolução de Antocianinas (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos.....	106
Figura 72: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I15. Dados não significativos estatisticamente.....	107
Figura 73: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I8. Dados não significativos estatisticamente.	108
Figura 74: Estados Fenológicos da Vinha segundo Baggiolini (DRAP, 2011)	124
Figura 75: Aspeto das videiras da modalidade R0 do Bardo Exterior, I15	126
Figura 76: Aspeto das videiras da modalidade R0 do Bardo Interior, I15.....	126
Figura 77: Aspeto das videiras da modalidade R25 do Bardo Interior, I15.....	126
Figura 78: Aspeto das videiras da modalidade R25 do Bardo Exterior, I15	126
Figura 79: Aspeto das videiras da modalidade R50 do Bardo Exterior, I15	126
Figura 80: Aspeto das videiras da modalidade R50 do Bardo Interior, I15.....	126
Figura 81: Aspeto das videiras da modalidade R75, Bardo Interior, I15	126
Figura 82: Aspeto das videiras da modalidade R75, Bardo Exterior, I15.....	126
Figura 83: Aspeto dos cachos na modalidade R0, à vindima	126
Figura 84: Aspeto dos cachos, na modalidade R25, à vindima.....	126

Figura 85: Aspeto dos cachos, na modalidade R50, à vindima.....	126
Figura 86: Aspeto dos cachos, na modalidade R75, à vindima	126

Índice de Tabelas

Tabela 1: Caraterização das sub-regiões da Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004)	17
Tabela 2: 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 (Leeuwen, <i>et al.</i> , 2009)	25
Tabela 3: Data de rega em cada irrigação e respetiva duração	38
Tabela 4: Datas de medição da área foliar e respetivo estado fenológico e escala de Baggioini correspondente	41
Tabela 5: Datas e horas das medições do Potencial Hídrico Foliar Diário	47
Tabela 6: Total de precipitação (mm) e média de temperatura do ar (°C) de 1931 a 1960, em comparação com os meses de novembro de 2017 a outubro de 2018	54
Tabela 7: Estados fenológicos registados ao longo do ensaio	55
Tabela 8: Diferenças observadas no peso de lenha de poda entre blocos, na I15.	61
Tabela 9: Diferenças observadas na Taxa de Abrolhamento (TA) entre blocos, na I8.	62
Tabela 10: Diferenças observadas no Índice de Fertilidade Potencial (IFP) entre blocos, na I8.	64
Tabela 11: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre modalidades, na I15.	71
Tabela 12: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre blocos, na I15.	71
Tabela 13: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF), por modalidades na I8.	73
Tabela 14: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre blocos, na I15.	73
Tabela 15: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I15.	75
Tabela 16: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por blocos na I15.	75
Tabela 17: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I8.	77
Tabela 18: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por blocos na I8.	77
Tabela 19: Diferenças observadas na Percentagem de Cachos Exteriores (PCE), por modalidades na I15.	78
Tabela 20: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I8.	79
Tabela 21: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I15.	79
Tabela 22: Diferenças observadas na Percentagem Buracos (PB), por modalidades na I15	82
Tabela 23: Diferenças observadas na Superfície Foliar Exposta (SFE), na modalidade I15.	83
Tabela 24: Diferenças observadas na Superfície Foliar Exposta (SFE), na modalidade I8	83
Tabela 25: 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)	85

Tabela 26: Dias em que ocorreu a medição do Potencial Hídrico de Base e médias totais para cada dia (MPa), nas modalidades I15 e I8.	86
Tabela 27: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, na modalidade I15.	88
Tabela 28: Valores médios do Potencial Hídrico de Base (MPa) nos diferentes dias por blocos na I15.	89
Tabela 29: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, correspondentes ao dia anterior à rega, na modalidade I8.	91
Tabela 30: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado antes e depois da rega em diferentes horas, nas diferentes modalidades na I15.	93
Tabela 31: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em horas diferentes.	94
Tabela 32: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado antes e depois da rega em diferentes horas, nas diferentes modalidades na I8.	96
Tabela 33: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em 1 de setembro.	96
Tabela 34: Diferenças observadas no pH entre blocos, na I15.	100
Tabela 35: Diferenças observadas na Acidez Total (g/L) entre blocos, na I8.	102
Tabela 36: Diferenças observadas no teor em Antocianinas (mg/L) entre blocos, na I8.	106
Tabela 37: Diferenças no teor em Polifenóis (mg/L) nos diferentes blocos na medição de 19 de setembro.	107
Tabela 38: Número de cachos por videira, registados à vindima na I15.	109
Tabela 39: Número de cachos por videira, registados à vindima na I8.	110
Tabela 40: Peso médio dos cachos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I15.	110
Tabela 41: Peso médio dos cachos (g) registado à vindima por cada bloco na I15.	111
Tabela 42: Peso médio dos cachos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I8.	111
Tabela 43: Peso médio dos cachos (g) registado à vindima por cada bloco na I8.	111
Tabela 44: Peso dos bagos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I15.	112
Tabela 45: Peso dos bagos (g) por videira à vindima por cada bloco na I15.	112
Tabela 46: Peso dos bagos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I8.	113
Tabela 47: Peso dos bagos (g) por videira à vindima por cada bloco na I8.	113
Tabela 48: Média da produção de cachos por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima na I15.	113
Tabela 49: Média da produção de cachos por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima na I8.	114
Tabela 50: Tabela FAO por Kc para vinha (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela.	125
Tabela 51: Tabela de Kc 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.	125

Lista de abreviaturas

A – Fotossíntese Líquida

ABA – Ácido Abscísico

ADVID – Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense

DOP – Denominação de Origem Protegida

E – Taxa de Transpiração

ET0 – Evapotranspiração Potencial ou de Referência

ETc – Evapotranspiração da Cultura

gs – Condutância Estomática

Hs – Altura do solo à vegetação

Ht – Altura total da sebe

Hv – Altura da vegetação

I8 – Irrigação semanal

I15 – Irrigação quinzenal

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

Kc – Coeficiente de Cultura

Ks – Coeficiente de evapotranspiração

Lc – Largura da sebe ao nível dos cachos

Ls – Largura média da sebe

Lt – 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

Pexp – Perímetro exposto da sebe

RDD – Região Demarcada do Douro

RDI – Rega Deficitária Controlada

R0 – Videiras não regadas

R25 – Videiras regadas com 25% de ETc

R50 – Videiras regadas com 50% de ETc

R75 - Videiras regadas com 75% de ETc

SFE – Superfície Foliar Exposta

TA – Taxa de Abrolhamento

Tch – Temperatura do ar

Tleaf – Temperatura da folha

WUE – Eficiência do Uso da Água

Ψ_b – Potencial Hídrico de base

Ψ_l – Potencial Hídrico Foliar

Ψ_{min} – Potencial Hídrico ao meio dia

Ψ_{stem} – Potencial Hídrico do caule

110R – 110 Richter

1. Introdução

Em Portugal, a viticultura e, portanto, a vinha, têm um grande destaque a nível económico, social e cultural. A vinha é a segunda cultura com maior expressão em nível de área ocupada, onde as receitas do valor de vendas da indústria do vinho têm vindo a crescer e, para além de tudo isto, Portugal é o país que detém a primeira região demarcada e regulamentada do mundo (IVV, 2016) (INE, 2018).

Durante muito tempo, a rega da vinha foi incomum na produção de vinho em Portugal, isto porque se acreditava que a rega poderia trazer efeitos negativos à qualidade do vinho (Santos, *et al.*, 2005). No entanto, com as alterações climáticas, regista-se maior frequência de secas e consequentemente com mais *stress* experienciado pelas videiras (Pilar, *et al.*, 2007). Isto leva a que cada vez mais viticultores apostem na rega da vinha de modo a aumentarem a produção sem comprometer a qualidade dos mostos.

A rega da vinha e, portanto, o aumento da área regada é algo que exige um estudo minucioso que deverá ser ajustado consoante a região, o local, a casta, o declive e os fatores climáticos registados no local onde se quer implantar os sistemas de rega. No entanto, quanto e quando regar, qual o efeito da rega e como monitorizar o abastecimento de água são alguns dos desafios mais importantes (Pilar, *et al.*, 2007). Deste modo, é importante ter em conta a utilização de água num modelo solo-planta-atmosfera, na qual a irrigação é utilizada de modo a colmatar as deficiências hídricas resultantes do desequilíbrio entre eles (Magalhães, 2008).

Existem variados métodos utilizados na rega da vinha, como o método de “Rega Deficitária Controlada” (RDI – Regulated Deficit Irrigation). Este método estabelece níveis diferentes de restrição hídrica ao longo das fases do desenvolvimento da videira, sendo que usa a evapotranspiração da planta como metodologia.

O presente estudo tem como objetivo testar diferentes dotações de rega na Quinta da Cabreira – pertencente à Quinta do Crasto S.A., localizada na sub-região do Douro Superior. Este ensaio vem dar continuidade a estudos realizados em anos anteriores de forma a testar qual a influência de diferentes dotações de rega nos parâmetros de qualidade e rendimento numa das castas mais utilizadas em Portugal, a Touriga Nacional, assim como qual a sua influência no vigor e conforto hídrico da planta.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Viticultura – sistemática da videira

Segundo o ponto de vista da sistemática, a videira pertence à ordem das Ramnales, família das Vitáceas ou Ampelídeas (Magalhães, 2008). Esta família compreende 10 géneros (Bohm, 2010), incluindo cerca de 700 espécies, na sua maioria tropicais ou subtropicais, espontâneas na América, Ásia e África (Magalhães, 2008). Assim, o género *Vitis* é aquele que demonstra interesse para a viticultura (Huglin & Schneider, 1998). As espécies pertencentes a este género caracterizam-se por serem lianas sempre lenhosas, cujos sarmentos são providos de gavinhas, sendo as inflorescências e as gavinhas opositifólias, com flores geralmente pentâmeras, hermafroditas ou polígamas dioicas (Magalhães, 2008).

O género *Vitis* divide-se em dois subgéneros, o *Muscadine* com $2n=40$ cromossomas e o *Euvitis* com $2n=38$ cromossomas. O subgénero *Muscadine* compreende três espécies na costa meridional dos Estados Unidos da América e do México, nomeadamente a *Vitis rotundifolia*, a *Vitis munssoniana* e a *Vitis popenoei*. A maioria das videiras cultivadas fazem parte do subgénero *Euvitis* (Huglin & Schneider, 1998), entre os quais se distinguem 4 grupos de espécies: americano de zonas temperadas, americano de climas tropicais e equatoriais, euro-asiático e asiático oriental, em função da sua localização geográfica, adaptação climática e aptidões agrónomicas (Magalhães, 2008). A videira cultivada, *Vitis vinífera sativa*, pertence ao grupo euro-asiático (Huglin & Schneider, 1998). Esta é derivada da *Vitis vinífera silvestres* através de mutações, após cruzamentos espontâneos ou induzidos, originando as castas atuais (Magalhães, 2008).

2.2 Viticultura em Portugal

As Vitáceas têm origem num passado muito anterior ao do Homem. O género tem sido citado desde a Era Mesozóica, em fins do Cretácico superior, há cerca de 65 milhões de anos (Bohm, 2010). Segundo Magalhães (2008), o fóssil mais antigo de uma *Vitis* foi descoberto na região de Champagne, tendo uma idade calculada em cerca de 55 milhões de anos (Amaral, 1994). Em Portugal, perto de Coimbra, foi também identificado um fóssil de *Vitis* com cerca de 53 milhões de anos (Antunes, 2003)

Pensa-se que a viticultura tenha nascido na Grécia há cerca de 2000 anos AC. Deste modo, em Portugal, acredita-se que terão sido os Tartéssios que começaram o cultivo da vinha e a comercialização do vinho, e que os Fenícios, no século X AC.,

continuaram este cultivo e comercialização (IVV, 2018). No entanto é no Império Romano que a viticultura ganha um enorme impulso através do aperfeiçoamento de técnicas vitícolas, como a poda e enxertia, e enológicas as quais difundiram e consolidaram na Península Ibérica, França e centro da Europa (Magalhães, 2008). Segundo o mesmo autor, posteriormente ao Império Romano, na Idade Média, ocorreu um incremento da atividade vitivinícola, influenciada pela presença de ordens religiosas, que contribuiu para um hábito do consumo do vinho na dieta alimentar portuguesa.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, em 2017 a superfície total de vinha plantada em Portugal era de 178 844 hectares, sendo a segunda cultura com maior superfície em Portugal, com uma produtividade de 4978 Kg/ha nesse ano (INE, 2018).

Ainda referente ao ano de 2017, Portugal ocupou o 11º lugar no ranking mundial tendo produzido cerca de 6,6 milhões de hectolitros de vinho (OIV, 2017). Deste modo, a indústria do vinho contribuiu com 52,5% do valor total de vendas na indústria das bebidas em Portugal, correspondendo a 1,4 mil milhões de euros (INE, 2018).

No que diz respeito às exportações, no ano de 2017 foram exportados 3 milhões de hectolitros desta bebida, fazendo com que Portugal alcançasse o 9º lugar nos maiores exportadores mundiais (OIV, 2018).

Em Portugal existem 14 Regiões Vitivinícolas, que correspondem às diferentes Indicações Geográficas Protegidas (IGP): Vinho Verde, Trás-os-Montes, Douro, Távora-Varosa, Dão, Bairrada, Beira Interior, Lisboa, Tejo, Península de Setúbal, Alentejo, Algarve, Madeira e Açores. A cada uma das IGP existem Denominações de Origem Protegida (DOP), perfazendo um total de 31 regiões vinícolas (IVV, 2018) (Figura 1).

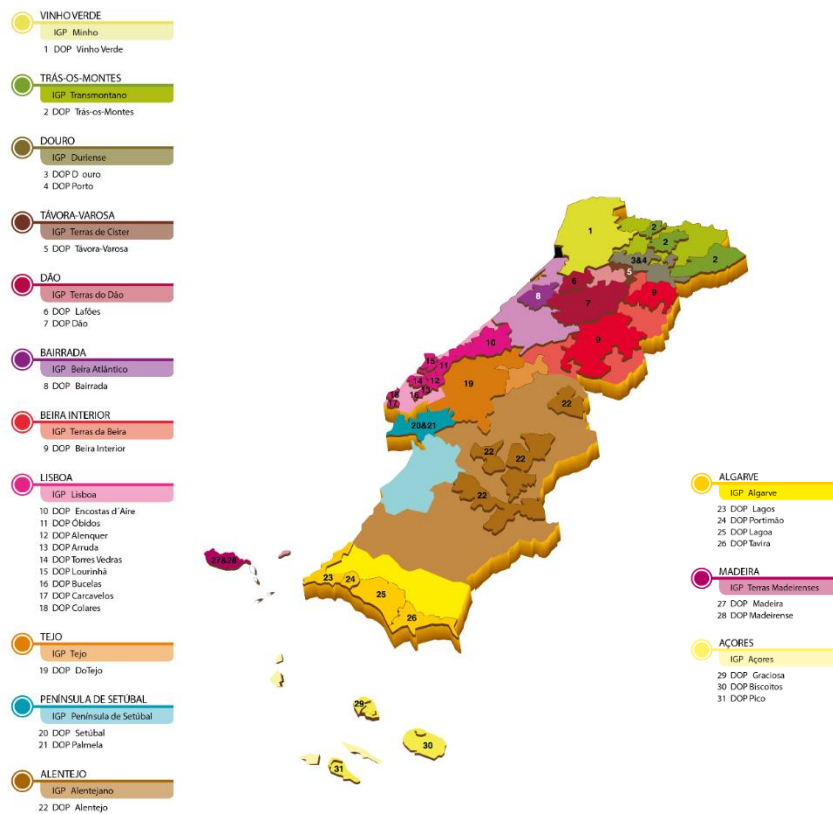


Figura 1: Regiões Vitivinícolas em Portugal e respetivas Indicações Geográficas Protegidas e Denominações de Origem Protegida (IVV, 2018)

2.3 Região Demarcada do Douro

A Região Demarcada do Douro (RDD), foi a primeira região demarcada e regulamentada do mundo quando, Marquês de Pombal, em 1756, criou a Companhia Geral da Agricultura das Vinhas do Alto Douro. Aqui foi introduzido na História o conceito de denominação de origem, não só para definir os contornos de área de produção, mas também para se assegurar a qualidade do produto, evitar adulterações, equilibrar a produção e o comércio e de modo a estabilizar os preços (Pereira, 2004; Magalhães, 2008; IVV, 2016).

A área demarcada desde 1921 compreende 250 000 ha que incluem cerca de 45 000 ha de vinha instalada. Esta situa-se no Nordeste do País, ao longo do rio Douro, numa extensão de 100 km, definindo-se desde Barqueiros (Mesão Frio) até Mazouco (Freixo de Espada à Cinta) (Ribeiro, 2000; Magalhães, 2008). A região é também definida a Norte e a Sul pelas cotas entre os 400 e 700 m. A vinha está instalada nas encostas abruptas do Douro e dos seus afluentes – Corgo, Pinhão, Tua e Sabor na margem direita e Têjo, Távora, Torto e Côa na margem esquerda – o que aumenta a incidência da radiação solar e as temperaturas (Magalhães, 2008) (Figura 2).

A RDD é composta por três sub-regiões: Baixo-Corgo, Cima-Corgo e Douro-Superior. Esta diferenciação por sub-regiões deve-se às diferenças mesoclimáticas que são influenciadas pelas diferentes altitudes e pelo maior ou menor afastamento do mar (Magalhães, 2008). O Baixo-Corgo é a região que se encontra mais próxima ao Atlântico, no qual existem maiores precipitações e temperaturas, relativamente às outras sub-regiões, apesar do moderado efeito de barreira que da serra do Marão e Montemuro proporcionam às correntes húmidas que provêm do Atlântico. No Cima-Corgo, o clima caracteriza-se por ser mais mediterrâneo, tendo uma diminuição da precipitação e um aumento das temperaturas estivais. O Douro-Superior apresenta um clima tipicamente mediterrâneo, com características semiáridas, onde se observa com mais frequência a sobre maturação das uvas (Magalhães, 2008).

O Baixo-Corgo é, das três regiões, a que apresenta menor área total (45 000 ha,

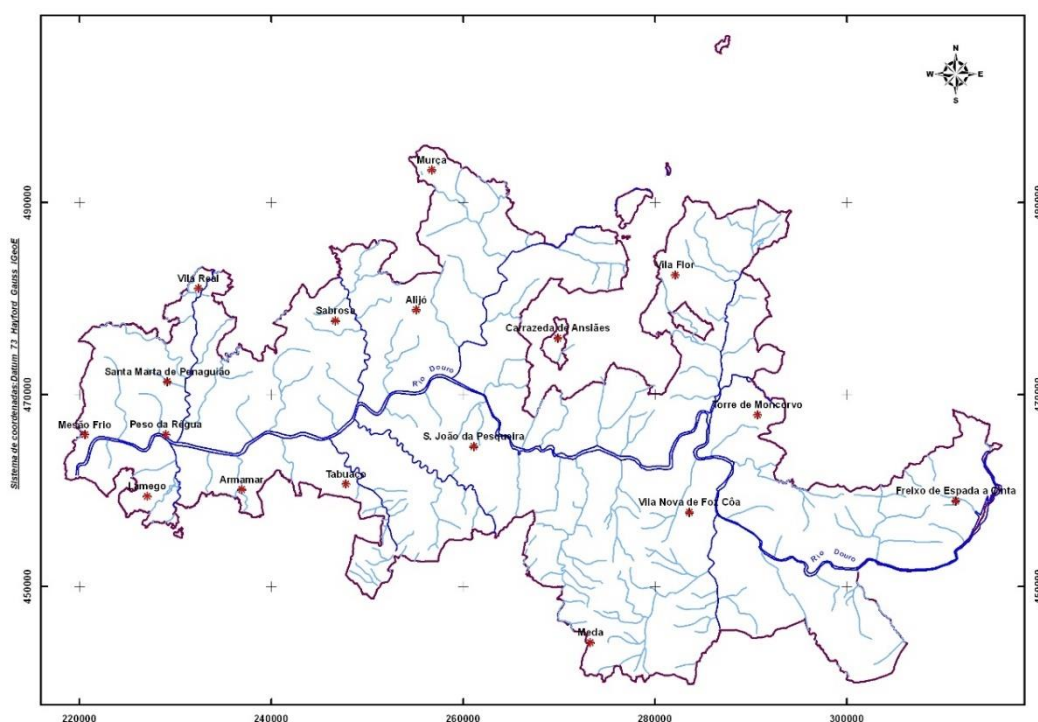


Figura 2: Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004)

correspondente a 18%), contudo apresenta a maior densidade de vinha (14 501 ha correspondente a 32,2% da área total). O Cima-Corgo apresenta 95 000 ha de área total, no entanto apresenta menor ocupação percentual de vinha quando comparada com o Baixo-Corgo. Já o Douro Superior, apesar de ser a sub-região mais extensa (110 000 ha) é a que apresenta menor ocupação percentual de vinha (IVDP, 2004)(Tabela 1).

Tabela 1: Caraterização das sub-regiões da Região Demarcada do Douro (IVDP, 2004)

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

Da globalidade do volume de vinho produzido na RDD, cerca de 50% é destinada à produção de “Vinho do Porto”, sendo que o restante volume destina-se à produção de vinhos de qualidade que utilizam a denominação de origem controlada “Douro” ou “Vinho do Douro” (IVV, 2016). Quando analisado em números, verifica-se que em 2017 foram produzidos 550 721 hl de vinho com denominação “DOP Douro” e 11 584 hl “IGP Duriense”, perfazendo um total de 40,7% da produção, foram ainda produzidos 816 777 hl de “DOP Porto”, o correspondente a 59% da produção. A percentagem restante diz respeito à produção de vinhos com indicação de casta, sem “DOP” e sem “IGP” (IVV, 2018).

2.3.1 Clima

O clima é um fator universal no sucesso de todos os sistemas agrícolas, pois influencia se uma cultura é sustentável numa determinada região, controlando largamente a produção e a qualidade e, impulsionando a sustentabilidade económica (Jones & Alves, 2011).

Na viticultura, a influência do clima é extremamente evidente, sendo que se torna essencial em termos globais no amadurecimento do fruto para que este obtenha as características ótimas para a produção de um certo tipo de vinho. Quando se procede a uma análise climática para a produção de vinho têm que se considerar uma vasta gama de fatores que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais, nomeadamente à macroescala (clima sinóptico), mesoescala (clima regional), topoescala (clima local),

microescala (clima ao nível da videira e da vinha). Assim, o clima depende de diferentes variáveis como temperatura, precipitação e humidade (Jones , 2013).

O clima na Região Demarcada do Douro é caracterizado por uma forte consistência inter-anual da insolação total, temperatura e evapotranspiração potencial e uma significativa variação inter-anual da precipitação (Jones & Alves, 2011). A RDD apresenta um clima tipicamente mediterrâneo na qual existe uma alta variabilidade da precipitação e uma evapotranspiração elevada durante o período do verão, o que limita o desenvolvimento da videira, bem como a produção e qualidade da vindima (Jones, 2013).

A precipitação nas sub-regiões do Douro é bastante variável ao longo do ano, tendo valores mais elevados nos meses de dezembro e janeiro (ou em março, dependendo dos locais), e valores mais baixos em julho e agosto. Nos meses de 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 com menos precipitação os valores variam entre 6,9 mm no Cima Corgo (Murça) e 16,2 mm no Baixo Corgo (Mesão Frio) (IVDP, 2004).

A temperatura média anual nas sub-regiões do Douro variam entre os 11,8 e os 16,5°C, sendo que os valores mais altos são registados em especial na margem direita do Rio Douro e nos vales do Tua e da Vilariça (IVDP, 2004). Estas variações de temperatura podem ser explicadas pela morfologia das encostas, pela maior ou menos facilidade de penetração dos fluxos de ar e pela variedade de exposições à radiação solar (Almeida, 2006).

2.3.2 Solo

A origem geológica da maioria dos solos presentes na RDD assenta num complexo xisto-grauváquico pré-ordovício surgindo também formações de xisto mais recentes do Ordovício e Silúrico assim como do Miocénico e do Paleocénico (Magalhães, 2008), representando mais de metade da área da região vitícola. Os granitos também representam alguma importância considerável na região dado que ocupam cerca de 1/3 da área (Figueiredo, 2015), no entanto este é um fator de desclassificação na atribuição de benefício para Vinho do Porto (Magalhães, 2008).

Os solos que sofrem mobilizações pela ação humana que levam a desagregações forçadas da rocha e consequente aprofundamento do perfil e

modificações na morfologia inicial do solo, com incorporações de fertilizantes designam-se por Antrossolos áricos (IVDP, 2004).

Os solos incultos estão na sua maioria incluídos nos Leptossolos, caracterizados por terem uma pequena espessura sobre a rocha-mãe. Os Fluvisolos são solos derivados de depósitos aluvionares recentes, localizados em superfícies de deposição de sedimentos, e por vezes com a presença de calhau rolado, encontrando-se localizados sobretudo no Vale da Vilariça (Magalhães, 2008).

No que diz respeito às características físico-químicas, os solos apresentam texturas do tipo franco-arenoso e franco-limoso, contendo geralmente uma elevada percentagem de limo e areia fina e uma elevada percentagem de elementos grosseiros à superfície e no perfil, o que limita as perdas de água por erosão, confere boa permeabilidade às raízes e elevada absorção de energia radiante, favorecendo um clima mais quente ao nível das cepas (IVDP, 2004). Quanto aos teores em matéria orgânica e em fosforo assimilável, estes são sempre baixos, e os de potássio podem apresentar valores médios ou altos. O pH destes solos é geralmente pouco ácido a ácido, o que torna a correção dos solos com calcário indispensável aquando da instalação da vinha (Magalhães, 2008).

2.4 Necessidades hídricas – Défice hídrico

A disponibilidade de água na videira influencia o desenvolvimento da canópia, o microclima da vinha, o rendimento e a composição dos bagos (Keller, 2015). Esta constitui um dos fatores limitativos da cultura da vinha em climas do tipo mediterrâneo, em que o tempo estival é quente e seco (Kondouras, *et al.*, 1999). O *stress hídrico* pode influenciar vários processos fisiológicos e metabólicos da videira, como o crescimento, fotossíntese e respiração, o que pode levar a consequências na produção, composição e características do mosto, (Wang, *et al.*, 2003) citado por Gamero, *et al.*, 2013.

Segundo Magalhães (2008), o *stress hídrico* é a situação em que a água é um fator limitante para o normal funcionamento da planta que pode surgir tanto por excesso de água como pela falta da mesma. O comportamento que a planta vai ter perante o défice hídrico depende da intensidade, da duração e do momento em que o *stress* ocorre (Steduto, *et al.*, 2012).

A maioria das vinhas plantadas a nível mundial cresce em climas de características tipicamente mediterrâneas, onde experienciam invernos frios e húmidos e verões quentes e secos com taxas de evaporação elevadas (Keller, 2015). No caso

particular da região vitícola do Douro, as videiras estão sujeitas a um elevado défice hídrico potencial, na qual a diferença entre a evapotranspiração e a precipitação pode chegar aos 730-750 mm entre o abrolhamento e a vindima (Jones & Alves, 2011). Por ser uma cultura com grande resistência a longos períodos de seca, esta pode, por vezes, diminuir as suas necessidades em água em períodos críticos. Apesar disto, a videira é uma das plantas que melhor reage à adição de água (Spiegel-Roy & Bravdo, 1964) citado por Jordão *et al.*, 1998.

Até recentemente, as vinhas eram regadas essencialmente nos países pertencentes ao “Novo Mundo”, enquanto que nos países do “Velho Mundo” a rega era proibida por lei. Nos locais onde não era permitido regar, a rega gota-a-gota foi aumentando lentamente (Van Leerwen & Seguin, 2006). Em Portugal a irrigação não é totalmente interdita, no entanto existem restrições para a sua autorização, sendo que esta autorização é dada em condições excecionais reconhecidas pelo Instituto da Vinha e do Vinho e pela Comissão Vitivinícola regional (Carbonneau, *et al.*, 2007). Deste modo, e segundo as regras Comunitárias, a rega em regiões de Dominação de Origem só pode ser efetuada em condições excecionais de extremo défice hídrico que poderão pôr em causa o normal desenvolvimento da videira (Magalhães, 2008).

A decisão de quando e quanto regar requer um conhecimento prévio dos fatores que afetam o estado hídrico da planta, bem como da resposta da planta através dos efeitos quantitativos e qualitativos. Apenas mediante um conhecimento dos efeitos se poderá fazer uma correta gestão da rega para a obtenção de rendimentos uniformes e de características qualitativas desejadas.

A atividade fotossintética da planta é influenciada pela quantidade de água disponível na planta, afetando, portanto, a produção global da videira. O desenvolvimento vegetativo da mesma é favorecido, existindo um crescimento mais rápido dos ápices vegetativos, da formação das netas e do aumento da superfície foliar (folhas tornam-se mais turgidas, de cor verde mais intensa). Por outro lado, em situações de carência hídrica, as folhas tornam-se mais pequenas e cloróticas, os ápices vegetativos cessam a sua atividade e, conseqüentemente, pode ocorrer a queda prematura das folhas e diminuição da atividade fotossintética e da formação de açúcares (Magalhães, 2008).

Nas etapas de abrolhamento até à floração a planta dá prioridade ao desenvolvimento vegetativo em detrimento do desenvolvimento frutífero. Nestas fases não é frequente existir falta de água, sendo que o abrolhamento e o desenvolvimento das primeiras etapas ocorrem em condições de conteúdo de água próximos da

capacidade de campo. Por outro lado, no início do ciclo anual o desenvolvimento foliar ainda é baixo e dado que as temperaturas neste período são moderadas e ao regime de chuvas, o consumo atmosférico também é baixo, o que faz com que o consumo de água seja baixo e não seja frequente existir falta de água (salvo anos anormalmente secos). A aplicação de água nesta fase traduz-se quase sempre num incremento do crescimento vegetativo e favorece a limpeza e o crescimento dos bagos (Trujillo *et al.*, 2007). Quando a água disponível é em excesso, o vingamento do fruto pode ser afetado e consequentemente pode levar a desavinho e bagoinha. Deste modo as regas no período de floração são desaconselhadas (Magalhães, 2008).

Durante a maturação, a disponibilidade hídrica é o fator mais determinante. O défice hídrico é responsável pela diminuição das taxas fotossintéticas. No início existe uma diminuição da abertura estomática e consequentemente da fotossíntese; posteriormente se a deficiência hídrica se mantiver, os estomas fecham de modo a evitar perdas de água através da transpiração, o que diminui fortemente a fotossíntese durante o dia (Trujillo, *et al.*, 2007). A disponibilização moderada de água em alturas de défice hídrico durante o período da maturação pode reativar a atividade fotossintética (Magalhães, 2008).

Deste modo, e segundo Magalhães (2008), a rega moderada é favorável à evolução da maturação, a qual se traduz por um adequado equilíbrio de açúcares/ácidos e superior concentração em compostos fenólicos nas castas tintas.

2.5 Cálculo da evapotranspiração

A evapotranspiração (ET) resulta da combinação da quantidade de água perdida através do solo e da transpiração das plantas. Este parâmetro varia em função da composição da canópia, ou seja, se a área foliar for reduzida a maior parte da água perde-se por evaporação do solo, mas, por outro lado, se a área foliar for elevada uma grande parte da água perde-se através da transpiração (Moyer & Peters, 2013).

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 ET de referência, é a água utilizada por unidade de tempo por uma cultura verde que ensombre completamente o solo. A evapotranspiração (ET) varia sazonalmente, sendo mais baixa no início do desenvolvimento da videira, mais elevada a meio do verão e, a partir desse momento, vai decrescendo (Williams, 2001).

Os fatores ambientais que afetam a ET são a radiação, a temperatura do ar, a humidade e a velocidade do vento. A evapotranspiração é também afetada pelo tipo de cultura, pelo seu estado fenológico e por fatores como salinidade e fertilização do solo e presença de pragas e doenças (Allen, 1998). Por outro lado, a evapotranspiração através do solo e a transpiração das folhas varia diariamente ao longo do ciclo de crescimento. Assim, quando a evapotranspiração é mais elevada as necessidades de rega são altas e, quando a evapotranspiração diminui as necessidades de rega também diminuem (Williams, 2001).

Para calcular a evapotranspiração da cultura (ET_c) é utilizada a seguinte equação: $ET_c = K_c \times ET_0$ (Williams & Ayars, 2005).

O coeficiente da cultura (K_c) é utilizado para ajustar a ET de referência (ET_0) de forma a considerar a quantidade de água que está a ser utilizada pela cultura. A quantidade de água que a vinha perde varia consoante o desenvolvimento da canópia, e pode variar de casta para casta (Moyer & Peters, 2013).

A evapotranspiração da cultura de referência (ET_0) pode ser calculada através da equação de Penman-Monteith, na qual se usam fatores como a temperatura do ar, a humidade, a radiação solar e a velocidade do vento, que são registados em estações meteorológicas (Moyer & Peters, 2013).

Segundo o mesmo autor, valores elevados de ET estão associados a dias com sol, quentes, secos, ventosos e com muitas horas de radiação. Por outro lado, valores baixos de ET estão relacionados com dias nublados, frios, húmidos e com poucas horas de radiação. Portanto, as plantas tendem a desidratar mais rapidamente em condições com evapotranspiração elevada.

2.6 Indicadores do estado hídrico

Para qualquer característica edafoclimática e qualquer variedade, a qualidade máxima do fruto é alcançada quando existem condições sub-ótimas de abastecimento hídrico (Trujillo *et al.*, 2007). Assim, pode-se afirmar que, o desenvolvimento da videira e o amadurecimento dos cachos são fortemente influenciados pelo regime hídrico. O regime hídrico vai depender das reservas de água do solo (dependente da profundidade das raízes no solo, textura e estrutura do solo), dos parâmetros climáticos e da arquitetura da vegetação (van Leeuwen & Vivin, 2008).

As condições de absorção de água pelo solo podem ser monitorizadas através do uso de tensiómetros, sondas de marca de água, sondas de humidade de neutrões;

modelos de balanço de água ou pelo uso de indicadores fisiológicos. Os principais indicadores fisiológicos são o potencial hídrico, micro-variações do diâmetro dos órgãos da videira, débito de seiva, transpiração e a discriminação de isótopos de carbono (Van Leeuwen & Vivin, 2008; Van Leeuwen, *et al.*, 2009).

Neste estudo, serão descritas duas técnicas que foram utilizadas no ensaio, nomeadamente o potencial hídrico foliar e a monitorização das trocas gasosas.

2.6.1 Potencial hídrico foliar

O estado hídrico das videiras pode ser conhecido através de medições do conteúdo de água no solo ou de medições do potencial hídrico no solo. No entanto, este tipo de medições pode ser dificultado devido à profundidade das raízes e à quantidade de pedras incluídas no terreno. Devido a estas condições, a medição do estado hídrico nas folhas (Ψ) é uma alternativa às medições no solo. O potencial hídrico foliar ao 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 muito usados, em vários países, como indicadores do défice hídrico nas videiras (Gaudin, *et al.*, 2014; Choné, *et al.*, 2000).

Segundo Lopes *et al.* (1998), o potencial hídrico foliar (Ψ_f) é o parâmetro fisiológico que melhor caracteriza o estado hídrico da planta num certo momento. Este parâmetro é definido pelo potencial médio do solo na zona radicular, a evapotranspiração real instantânea e a resistência do circuito principal solo-folha.

À medida que a água no solo escasseia os valores de potencial hídrico tornam-se mais negativos, ou seja, a relação entre a ausência de água no solo e o potencial hídrico é linear (Prichard *et al.*, 2004).

A determinação do potencial hídrico foliar pode ser feita recurso a uma câmara de pressão, de acordo com a metodologia descrita por Scholander *et al.*, (1965), sendo que esta é uma excelente ferramenta para medir o potencial hídrico em videiras não regadas tal como nas regadas. (Acevedo-Opazo, *et al.*, 2010).

A água é retirada do solo através da planta por sucção, evaporando através das folhas. Na planta, a água move-se através do xilema transportando-a desde o solo até às folhas. A água presente no xilema está sob tensão, e à medida que o solo seca ou, se por alguma razão as raízes deixarem de conseguir acompanhar a evaporação das folhas, essa tensão aumenta e a videira experiencia défice hídrico (Prichard, *et al.*, 2004).

Este método consiste em cortar o pecíolo de uma folha e, em colocá-la rapidamente na câmara de modo a que o pecíolo fique ligeiramente saliente para fora do dispositivo, através de um pequeno orifício. À folha, que se encontra fixa na tampa da câmara e, quando se garante que não haverá fugas de gás, aplica-se pressão com gás azoto na câmara. Com o auxílio de uma lupa observa-se quando começa a sair seiva do corte no pecíolo da folha e, então, lê-se a pressão no manómetro (Williams L. E., 2001; Trujillo, *et al.*, 2007) (Figura 3). A quantidade de pressão que é necessária para fazer com que a água surja no pecíolo indica a porção de tensão necessária para que a folha liberte água no fim do pecíolo. Uma pressão elevada significa uma grande quantidade de pressão e um alto grau de *stress* hídrico. As unidades de pressão mais comumente usadas são o Bar ou o Mega Pascal (1 MPa = 10 Bars) (Prichard, *et al.*, 2004)

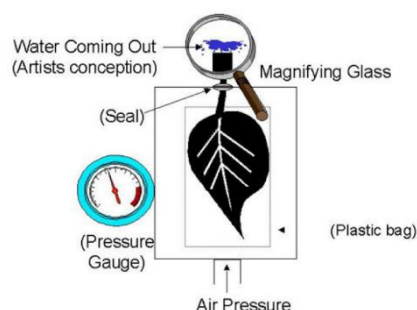


Figura 3: Representação esquemática de parte da câmara de pressão e o seu modo de funcionamento (Prichard *et al.*, 2004)

As perdas de água através das folhas não são constantes ao longo do dia, variando devido a inúmeros fatores, incluindo fatores ambientais. Este fator pode ser minimizado se as medições forem feitas quando o potencial hídrico da folha for relativamente estático (Prichard, *et al.*, 2004). Devido à falta de correlação entre o potencial hídrico foliar (Ψ_f) e outros parâmetros fisiológicos (medidas de crescimento ou quantidade de água aplicada), sugere-se que as medições do potencial hídrico foliar durante o dia e a meio do dia não fornecem valores confiáveis do estado hídrico da videira (Williams & Araujo, 2002). Deste modo, a medição do potencial hídrico foliar antes do amanhecer (Ψ_{pd} ou Ψ_0) – potencial hídrico de base – e o potencial hídrico do pecíolo (Ψ_{stem}) têm sido os mais utilizados (Schultz, 1996). Aquando da medição do Ψ_0 , as condições microclimáticas são homogêneas ao nível das folhas, e não ocorre transpiração (estomas estão fechados), deste modo e, nesta altura, o potencial hídrico é similar em todas as folhas da cepa. Para além disto, assume-se que, antes do nascer do sol, o potencial hídrico entre a vinha e o solo se encontram em equilíbrio e, portanto, é possível estimar o estado hídrico do solo (Williams & Araujo, 2002; Trujillo, *et al.*, 2007; Van Leeuwen, *et al.*, 2009).

Os fatores mais importantes e que mais influenciam o potencial hídrico das folhas são as condições atmosféricas na altura da amostragem, nomeadamente a temperatura do ar e a humidade relativa, e a quantidade de água presente no solo. De qualquer das formas, condições quentes e secas causam potenciais hídricos mais negativos (Prichard, *et al.*, 2004). Estes valores podem também variar de acordo com a casta e as características de implantação da raiz no solo (Magalhães, 2008). Dado que o potencial hídrico foliar atinge valores máximos antes do nascer do sol, o potencial hídrico mínimo é medido, usualmente, a meio do dia pois é nesta altura que ocorre regulação estomática, fotossíntese e transpiração (Van Leeuwen, *et al.*, 2009).

Carbonneau *et al.* (1998), propôs valores para o potencial hídrico da folha antes do amanhecer, fazendo com que fosse possível avaliar o grau de défice hídrico que a planta estava a experienciar. Estes valores são resultado de um trabalho de observação de muitas vinhas e diferentes cultivares executado ao longo de 20 anos (Deloire, *et al.*, 2005). Posteriormente, Van Leeuwen *et al.*, (2009) completaram esta informação representando, também, o potencial hídrico ao meio do dia do pecíolo e o potencial hídrico ao meio dia das folhas (Tabela 2).

Tabela 2: 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 (Leeuwen, *et al.*, 2009)

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

2.6.2 Monitorização de trocas gasosas

É de conhecimento de alguns anos que os défices hídricos do solo reduzem a fotossíntese, o crescimento vegetativo e reprodutivo e a produtividade nas videiras. O fecho dos estomas é, entre muitos, um dos primeiros processos que ocorre nas folhas

em resposta à seca (Cifre, *et al.*, 2005). Quando os estomas fecham, a transpiração diminui, existindo uma limitação da fotossíntese devido à difusão de CO_2 para as folhas ser mais dependente da abertura estomática do que a difusão de H_2O para fora das folhas (Flexas, *et al.*, 2002; Boyer, *et al.*, 1997).

A medição das trocas gasosas entre a folha e a atmosfera, por resistência estomática, pode ser efetuada utilizando o equipamento IRGA (*Infrared gas analyser*). Este equipamento regista a temperatura do ar (T_a), a temperatura da folha (T_f), a taxa de transpiração (E), a fixação de CO_2 (A) e a condutância estomática (g_s). O IRGA é um aparelho de grande precisão, que funciona pela aplicação à folha de uma lâmina dupla com sensores sendo que os respetivos valores lidos são registados e memorizados no próprio equipamento (Magalhães, 2008).

Na videira, a redução da condutância estomática tem sido observada em diferentes condições e para diferentes genótipos obtendo-se uma correspondência clara entre o potencial hídrico de base e a condutância estomática (g_s). A videira, foi uma das primeiras espécies na qual se demonstrou que a abertura estomática dependia da concentração do ácido abscísico (ABA) no xilema, havendo um aumento da síntese desta hormona quando ocorre *stress* hídrico o que induz o fecho estomático das folhas (Trujillo, *et al.*, 2007).

Num dia de verão, com céu limpo, até ao meio dia a temperatura das folhas vai subindo e torna-se mais elevada que a temperatura do ar, enquanto g_s diminui. Consequentemente, a transpiração e a fixação de CO_2 diminuem devido ao progressivo encerramento dos estomas (Magalhães, 2008).

Estudos revelam que a temperatura ótima para a fotossíntese se enquadra no intervalo de valores de 25° e 30°C. Quando a temperatura foliar atinge valores mais altos, na ordem dos 45°C, a taxa fotossintética reduz-se linearmente em 30%. Por outro lado, quando a temperatura foliar decresce, e se situa na ordem dos 20°C, constatou-se que a taxa fotossintética teve um declínio maior, reduzindo-se em 35% (Greer, 2012). Temperaturas foliares acima dos 45°C durante curtos períodos de tempo desencadeiam declínios severos e prolongados na condutância estomática e na fotossíntese, e se, essas temperaturas se mantiverem durante longos períodos de tempo podem destruir as folhas das videiras (Keller, 2015).

2.7 Modelos de rega deficitária

Dado a existência de *stress* hídrico severo na última década, a irrigação na vinha tornou-se cada vez mais comum em locais dominados por elevadas taxas de transpiração e baixa quantidade de chuva durante o desenvolvimento da videira (Santos, et al., 2005).

Nas vinhas irrigadas, o conhecimento do estado da raiz em resposta à *secura* do solo e do seu efeito no controlo da transpiração e do crescimento vegetativo tem sido explorado para desenvolver novos métodos de irrigação como a Rega Deficitária Controlada (RDI - Regulated Deficit Irrigation) e a Rega Radicular Alternada (PRD - Partial Root-zone Drying) (Pellegrino, et al., 2006).

2.7.1 Rega Deficitária Controlada (Regulated Deficit Irrigation – RDI)

A Rega Deficitária Controlada (RDI) também designada de rega pelo potencial hídrico foliar consiste na determinação do potencial de base e, a partir dos valores obtidos 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, tendo em conta os objetivos de produção e qualidade que se pretendem obter (Magalhães, 2008).

A RDI tem sido uma das estratégias de rega mais utilizada nas vinhas com o objetivo de equilibrar o crescimento vegetativo e reprodutivo das videiras, aplicando menor quantidade do que o total de uso de água por parte da videira em períodos específicos durante o seu desenvolvimento (Barreales, et al., 2018).

Um dos grandes objetivos da RDI nas castas tintas é a redução do tamanho dos bagos, levando ao aumento do rácio película/bago e a uma melhoria da qualidade dos frutos. É também possível controlar o vigor, a produção e a atividade fotossintética, o que faz com que seja possível alcançar determinadas características nos vinhos daí resultantes (Santos, et al., 2005; Magalhães, 2008).

Embora seja fácil implementar este tipo de rega em zonas de climas secos e em solos de baixa disponibilidade hídrica, a monitorização da água do solo requer um sistema preciso e confiável de forma a evitar o risco de depressão hídrica severa em períodos de temperaturas extremas (Magalhães, 2008; Santos, et al., 2005).

2.7.2 Rega Radicular Alternada (Partial Root-zone Drying – PRD)

A Rega Radicular Alternada (PRD) foi desenvolvida de modo a permitir controlar o crescimento e a transpiração da planta evitando períodos severos de *stress* hídrico que podem ocorrer na RDI (Santos, et al., 2005). Este tipo de rega permite que uma parte do sistema radicular seque enquanto, em simultâneo, a outra parte do sistema radicular é mantida húmida através de irrigação frequente. Após um certo período, cerca de 5 a 14 dias, dependendo do estado do solo e das condições atmosféricas, a irrigação é trocada (Hera, et al., 2007).

A parte da raiz irrigada mantém o estado hídrico da planta favorável, enquanto que a parte da raiz que vai desidratando produz sinais químicos, como o ácido abscísico (ABA), que são transportados para as novas folhas através do xilema o que faz com que haja uma redução do vigor vegetativo, da abertura estomática e da transpiração (Santos, et al., 2005; Hera, et al., 2007).

Ensaio conduzidos por Dry et al. (2001), verificaram que a aplicação da técnica PRD se traduz numa economia de cerca de 50% da água de rega. Uma outra vantagem do PDR é a melhoria qualitativa das uvas, através do aumento do teor em antocianas, acidez e da intensidade aromática (Magalhães, 2008). Por outro lado, as maiores dificuldades na aplicação desta técnica são saber se o tempo que decorre entre regas é apropriado e se, apenas uma parte do sistema radicular entra em contato com a água e a outra parte se mantém seca (Pellegrino, et al., 2006; Balint & Reynolds, 2013)

2.8 Material vegetativo

2.8.1 Casta – Touriga Nacional

Esta casta autóctone portuguesa é uma das que apresenta maior expressão a nível nacional, estando em terceiro lugar em termos de área ocupada (13 032 ha, correspondendo a 7% da área total) (IVV, 2018). É uma casta de origem muito antiga no Dão e no Douro e, é também designada por Tourigo, Preto Mortágua e Touriga Fina (Magalhães, 2008).

A Touriga Nacional, durante muitos anos apenas era cultivada nas Regiões Demarcadas do Douro e Dão. No entanto, e em consequência de resultados de seleção clonal, pela escolha de clones mais produtivos e pouco sensíveis ao desavinho, é, nos últimos dez anos, muito utilizada em todas as regiões vitícolas nacionais bem como em Espanha, África do Sul, Austrália, Califórnia e Brasil (Bohm, 2010; Magalhães, 2008).

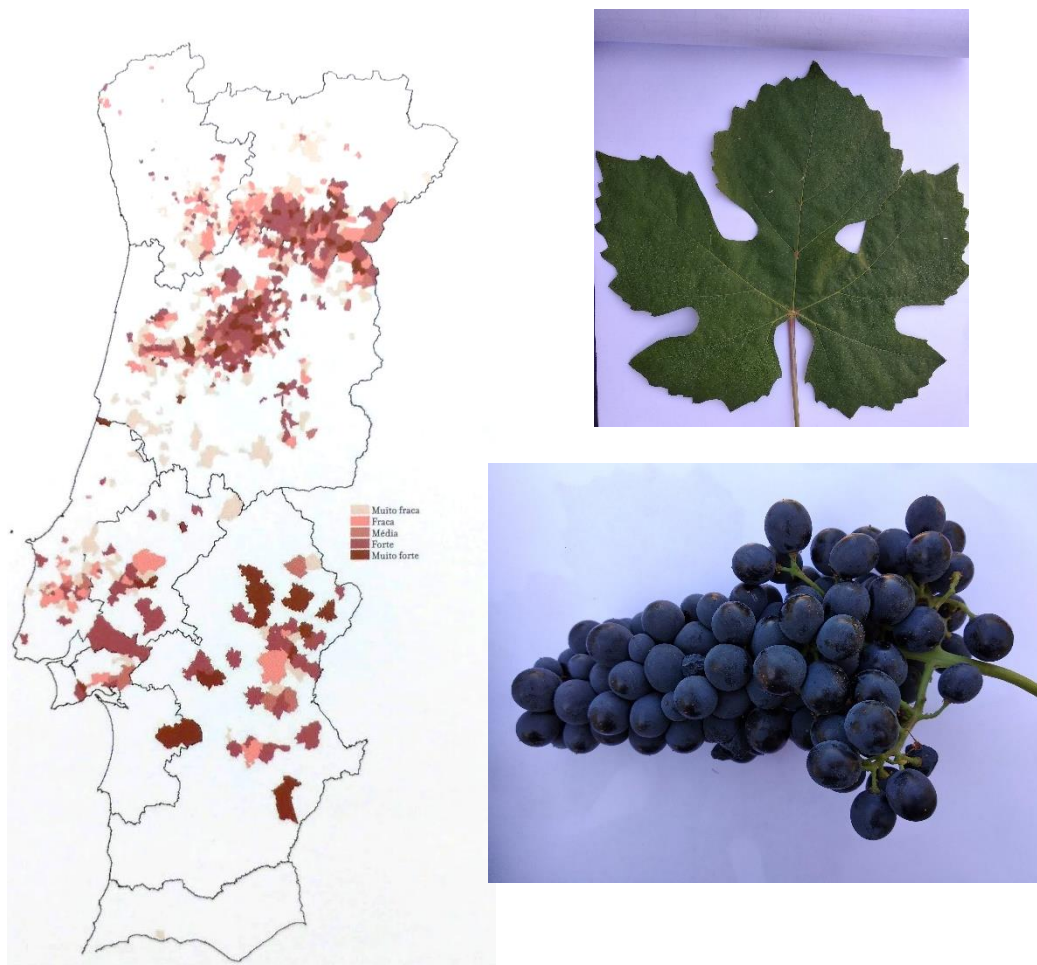


Figura 4: Distribuição nacional da casta Touriga Nacional (Bohm, 2010) e aspeto da folha e do cacho (fotografias registadas na Quinta da Cabreira 2018)

Em relação às características ampelográficas, a extremidade da folha do ramo jovem é semi-aberta com fraca densidade de pelos prostrados, tendo pigmentação antociânica média e generalizada (Queiroz, 2002). As folhas jovens apresentam uma cor verde com reflexos bronzeados (Magalhães, 2008). O pânpano tem os nós e entrenós vermelhos com pouca densidade de pelos prostrados e os gomos com pigmentação antociânica média. As gavinhas são curtas e a flor masculina (Queiroz, 2002) As folhas adultas são brilhantes, pequenas, reniformes, glabras, finamente bolhosas, com seio peciolar em U aberto; dentes curtos, largos e convexos e página inferior glabra (Magalhães, 2008) (Figura 4). O cacho é pequeno, cilindro-cónico, medianamente compacto e com pedúnculo de comprimento médio, tendo um bago ligeiramente achatado, com tamanho médio, negro-azul, com película de espessura média e polpa mole (Bohm, 2010).

Em relação à fenologia, o abrolhamento e a floração são precoces e o pintor e a maturação são médios. É uma casta com vigor elevado, com porte deitado, retombante. A sua produtividade é média a elevada (8000 a 15000 kg/ha), devido ao baixo peso do

cacho (95 a 200g), apesar da sua fertilidade ser das mais elevadas entre as castas portuguesas. É uma casta muito sensível ao desavinho e bagoinha, bem como à escoriose, pouco sensível ao míldio, oídio, cigarrinha verde e à traça (Bohm, 2010; Magalhães, 2008).

Em termos do seu potencial agronómico, a Touriga Nacional adapta-se a qualquer sistema de condução desde que se tenha em atenção os hábitos da vegetação e o vigor da mesma (Bohm, 2010). Esta casta requer cotas não muito elevadas, solos de fertilidade equilibrada, evitando os profundos, ricos e húmidos e exposições preferencialmente orientadas a Sul, sendo de evitar as mais frias e de menor insolação, ou pelo contrário as orientadas para SW e W que possam conduzir à desfolha por escaldão, a que a Touriga Nacional é particularmente sensível (Magalhães, 2003).

É uma casta versátil sob o ponto de vista enológico, com capacidade para produzir vinhos de mesa de qualidade e Vinhos do Porto. Por produzir vinhos com uma alta complexidade aromática, com estrutura e qualidade por parte dos compostos fenólicos, é uma casta de excelência para produzir vinhos monovariais, ou para melhorar lotes com outras castas (Magalhães, 2008).

Esta casta apresenta ainda algumas particularidades notáveis, tais como ser uma casta de máximo valor enológico (casta piloto) em zonas quentes, com elevada intensidade das componentes de cor, aroma e por ter uma enorme complexidade; por apresentar qualidade reduzida no caso de insolação insuficiente ou falta de disponibilidade hídrica e escaldão no caso de excessivo stress hídrico (Bohm, 2010).

2.8.2 Porta-enxertos – 110 Richter (110R)

O crescimento da *Vitis vinífera*, após o surto da filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae*), na Europa no fim do século XIX só foi possível através da enxertia de porta-enxertos resistentes provenientes da América do Norte (Di Filippo & Vila, 2011; Keller, 2015). Deste modo, os porta-enxertos passaram então a constituir o sistema radicular da videira, sendo que a parte aérea é representada pelas castas *V. vinífera* (Magalhães, 2008).

Os porta-enxertos utilizados derivam de cruzamentos de duas ou mais espécies, e, dependendo da natureza dioica das espécies que lhe deram origem, são plantas femininas ou masculinas. A maioria dos porta-enxertos usados são híbridos de três espécies: *V. riparia*, *V. rupestris* e *V. berlandieri*. Os porta-enxertos são utilizados não só pela sua resistência a pragas associadas às raízes, como a filoxera e nemátodos,

mas também pela sua habilidade para influenciar a maturação da cultura e pela tolerância a condições adversas tais como seca, excesso de água, calcário, e solos ácidos ou alcalinos (Keller, 2015).

Na Quinta da Cabreira, na Touriga Nacional as videiras estão enxertadas com o porta-enxerto 110 R. Este é um híbrido de *V. Berlandieri* com *V. rupestris*, pertencente à série Richter. Está bem adaptado a regiões quentes e secas e a solos pedregosos e de baixa fertilidade. Demonstra uma tendência para induzir a produtividade elevada nas castas em que é enxertado, sem que reflita uma diminuição qualitativa dos mostos. No entanto, a sua utilização em solos muito férteis é desaconselhada (Magalhães, 2008).

O porta-enxerto 110 Richter adapta-se bem a solos com teores de potássio e magnésio baixos, não tolera solos salgados e resiste a teores de calcário ativo. Sendo, portanto, muito vigoroso e com produtividade elevada. O 110 Richter é moderadamente suscetível a nematodes que provocam galhos do género *Meloidogyne* (Magalhães, 2008).

3. Material e Métodos

Neste capítulo será caracterizado o ensaio, bem como descritos os materiais e métodos utilizados para a elaboração do trabalho.

3.1 Caraterização do ensaio

3.1.1 Localização da Parcela

O ensaio está localizado na Quinta da Cabreira, que pertence à Quinta do Crasto, S.A. desde a década de 90. A Quinta do Crasto é propriedade da família de Leonor e Jorge Roquette há mais de um século. Localiza-se em Gouvinhas, concelho de Sabrosa entre as localidades do Pinhão e Peso da Régua. Esta tem uma extensão de 135 hectares de área total, dos quais 74 hectares são ocupados por vinha (Crasto, 2018).



Figura 5: Vista aérea da Quinta da Cabreira, Vila Nova de Foz Côa e localização da parcela da casta Touriga Nacional utilizada no ensaio (coordenadas: 41°03'54.2"N 7°04'00.8"W). Fonte: Google Earth®

Por sua vez, a Quinta da Cabreira está localizada na sub-região do Douro Superior, em Castelo Melhor, concelho de Vila Nova de Foz Côa, distrito da Guarda. Esta tem uma área total de 150 hectares, nos quais estão instalados 114 hectares de vinha. As variedades utilizadas nesta quinta são Rabigato, Viosinho e Verdelho nas castas brancas e Touriga Nacional, Tinta Roriz, Touriga Franca, Sousão, Tinta Barroca e Tinta Francisca nas castas tintas.

A Quinta da Cabreira possui 109 parcelas de vinha, que estão instaladas em altitudes que variam entre os 130 e 450 metros, e a sua sistematização caracteriza-se pelo cultivo de vinhas ao alto, com declives de até 30%, e em patamares de 1 ou 2 bardos com declives superiores a 30%.

A região do Douro superior caracteriza-se por ter uma exposição solar predominantemente a Norte e com temperaturas que podem atingir os 45°C no Verão (pode, no entanto, existir uma variação de 0,5°C por cada 100 metros de altitude) e uma precipitação inferior a 0,4 metros cúbicos por anos. Deste modo, toda a Quinta possui um sistema de rega gota-a-gota com sondas de medição da humidade no solo, bem como uma estação meteorológica própria que permite fazer um registo anual dos dados climatéricos (Crasto, 2018).

O ensaio experimental foi instalado numa das parcelas da casta Touriga Nacional (Figura 5), tendo sido escolhida por estar localizada numa encosta com exposição a norte, encontrando-se nesta zona uma sonda de monitorização de humidade no solo a diferentes profundidades.

3.1.2 Delineamento Experimental

Neste trabalho experimental foram testados dois tipos de irrigação: irrigação quinzenal (I15) e irrigação semanal (I8). Como tal, de modo a ser possível realizar este trabalho foram selecionados seis blocos (três blocos I15 e três blocos I8) e utilizados dois bardos: interior e exterior. Em cada tipo de irrigação foram utilizadas quatro modalidades de rega.

No caso da irrigação quinzenal, cada modalidade correspondeu a vinte videiras. Deste modo, na I15, foram utilizadas 240 videiras (10 videiras x 2 bardos x 4 modalidades de rega x 3 blocos) (Figura 6). Na irrigação semanal, cada modalidade correspondeu a dez videiras. Assim, na I8, foram utilizadas 120 videiras (5 videiras x 2 bardos x 4 modalidades de rega x 3 blocos) (Figura 7). Desta forma, no total foram utilizadas 360 videiras.

As videiras utilizadas neste ensaio foram numeradas no início do delineamento experimental e, durante todo o ensaio procedeu-se à recolha de dados tendo em conta a numeração feita anteriormente. No ensaio I15, as videiras já se encontravam selecionadas nos anos anteriores e as modalidades já se encontravam distribuídas pelos blocos. No ensaio I8, as modalidades seguiram a mesma escolha do ensaio I15 para que houvesse uma maior homogeneidade possível nos dados recolhidos. Os blocos encontram-se a diferentes altitudes, sendo o bloco 1 o que está a uma altitude mais elevada e o bloco 3 a uma altitude mais baixa.

R75		R25		R0		R50	Bloco 1 I15	Estrada de acesso
R50		R0		R75		R25 *	Bloco 2 I15	
	R50		R0		R25		Bloco 3 I15	
			R75				Bloco 3 I15	

Figura 6: Esquema do ensaio I15 localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R0, sendo estas não regadas; R25 com 25% de ETc; R50 com 50% de ETc e R75 correspondente a videiras com 75% de ETc (* - localização da Sonda)

Como referido anteriormente, a casta Touriga Nacional presente no ensaio foi

R75		R25		R0		R50	Bloco 1 I8	Estrada de acesso
R50		R0		R75		R25	Bloco 2 I8	
R0		R50		R25		R75	Bloco 3 I8	

enxertada com recurso a enxertos 110R prontos e encontra-se conduzida em

Figura 7: Esquema do ensaio I8 localizado na Quinta da Cabreira. As modalidades correspondem a R0, sendo estas não regadas; R25 com 25% de ETc; R50 com 50% de ETc e R75 correspondente a videiras com 75% de ETc

monoplano vertical ascendente podada em cordão Royat. Os patamares onde a casta se encontra disposta são compostos por dois bardos com um compasso de 2,2 metros na entrelinha e por 1 metro na linha. A parcela encontra-se virada a Noroeste, com as linhas de plantação dispostas no sentido Nordeste-Sudoeste.

Durante o ensaio, e em cada patamar, foram testadas quatro modalidades de rega (R_x), sendo elas: R_0 ; que corresponde a videiras não regadas; R_{25} , corresponde a uma rega com 25% da evapotranspiração; R_{50} , que corresponde a uma rega com 50% da evapotranspiração e R_{75} , correspondendo a uma rega com 75% da evapotranspiração, que é registada na estação meteorologia existente na quinta. De modo a controlar as diferentes dotações de rega, foram instalados tubos onde foram montados gotejadores com uma dotação de 2 litros por hora em cada videira para a modalidade R_{25} , gotejadores de 4 litros por hora para a modalidade R_{50} e um gotejador de 2l/h e outro de 4l/h em cada videiras da modalidade R_{75} . Na modalidade R_0 não foi fornecida qualquer água de rega, tornando esta modalidade o controlo ou testemunha. Entre cada modalidade encontram-se 5 videiras de guarda de forma a evitar interferências entre as diferentes dotações de rega. Os ensaios quinzenal e semanal encontram-se em patamares diferentes, intercalados entre si. Os gotejadores presentes nos tubos deste estudo diferem dos restantes que estão presentes na quinta, uma vez que não são incorporados no tubo de rega, mas sim gotejadores exteriores.



Figura 8: Aspeto dos gotejadores exteriores instalados no ensaio.

Na parcela onde se encontram os ensaios está instalada uma sonda de modelo EnviroSCAN® 150 (Figura 9). Esta sonda permite medir o teor de humidade no solo de forma contínua, fornecendo informações para a gestão da rega. A sonda é constituída por quatro sensores que estão localizados a diferentes profundidades: 20, 40, 60 e 80 cm. Os sensores utilizam capacitância elétrica para medir a humidade do solo, ou seja, geram um campo elétrico de alta frequência em torno de cada sensor entendendo-se através do tubo de acesso para o interior do solo circundante, medindo assim a quantidade de carga acumulada e o potencial elétrico (AQUAGRI, s.d.)

Os dados são recolhidos com uma frequência de 15 minutos e atualizados via GPRS a cada 2 horas, sendo a sonda e a unidade de comunicação alimentadas por um painel solar. A partir destes dados, são gerados gráficos que permitem dar a conhecer ao viticultor qual a situação hídrica da zona radicular da planta e a utilização que a

cultura está a fazer da água disponível. Deste modo, o viticultor pode tomar a decisão de quando e quanto regar, tendo ainda o auxílio dos dados de evapotranspiração e precipitação fornecidos por uma estação meteorológica que se encontra instalada na quinta.

Os trabalhos decorreram entre os meses de março e setembro do ano de produção 2017/2018. Ao longo do ensaio foram testadas diferentes modalidades de



Figura 9: 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.

rega deficitária com o objetivo de determinar qual o mais adequado, assim como quais os efeitos da rega aplicada no rendimento e qualidade nesta casta.

3.1.3 Caraterísticas Edafoclimáticas

Como referido anteriormente, a Região Demarcada do Douro assenta num complexo xisto-gauváquico onde mais de metade da sua área compreende litologia de xistos e rochas (Figueiredo, 2015). Os solos onde as vinhas se encontram implantadas são de origem artificial, ou seja, são antrossolos de mistura de xistos ou de gneisses (faixa de transição geológica dos xistos para os granitos) (Ribeiro, 2000).

No Douro Superior os solos são de textura franca com bastante limo e areia fina, horizontes pouco definidos, pouco evoluídos, pobres em matéria orgânica e ácidos (pH no Douro superior na ordem dos 6,0-6,5) (Ribeiro, 2000).

Por sua vez, o clima na RDD é do tipo mediterrâneo, com elevada insolação total inter-anual, temperatura e evapotranspiração elevadas, existindo ainda uma variação inter-anual da precipitação (Jones, 2013). A geometria natural e a latitude a que a região

se encontra faz com que essa área usufrua de um elevado número de horas de sol durante o ano (2100 h/ano). Já a sub-região do Douro Superior é, das 3 sub-regiões, a que tem melhor exposição à radiação solar, recebendo cerca de 2700 h de sol por ano (Almeida, 2006).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) convencionou que o clima é caracterizado pelos valores médios de vários elementos climáticos num período de 30 anos. Assim, e segundo a OMM, designam-se por normais climatológicas os valores estatísticos apurados em períodos de 30 anos (IPMA, 2018). Estas normais climáticas permitem também identificar os diferentes tipos de clima, sendo que, para Portugal Continental, e de forma a comparar as diferentes regiões vitivinícolas se utilizou a classificação climática de Köppen-Geiger (Jones, 2015; IPMA, 2018). De acordo com esta classificação, a região do Douro Superior possui uma classificação “Csa” que corresponde a um clima temperado com Verão quente e seco (IPMA, 2018).

Outra forma de classificar, ou comparar, a região vitivinícola é segundo a classificação de Thornthwaite. Segundo esta classificação, existe uma grande diversidade de situações climáticas entre regiões vitícolas e, por outro lado, regiões geograficamente distantes caracterizam-se por tipos climáticos semelhantes. Deste modo, na região onde se encontra a Quinta da Cabreira o clima é sub-húmido seco, mesotérmico, com moderado excesso de água no inverno e moderada concentração de eficiência térmica na estação quente (Magalhães, 2008).

3.1.4 Rega gota-a-gota

Na Quinta da Cabreira toda a área de vinha é regada. Nesta estão instalados tubos de 16 e 20 mm nas linhas, com um comprimento superior a 120 metros. Estes tubos têm gotejadores incorporados no seu interior com uma distância de 1 metro entre si, correspondendo à distância entre as videiras. Assim, cada planta contém um gotejador com uma dotação de 2litros/hora.

A rega é controlada por um programador automático que inicia a rega à hora estipulada, terminando ao fim do número de horas predefinido (Tabela 3). Ao longo do ensaio foram realizadas um total de 5 regas, realizadas sempre durante a noite de forma a permitir uma melhor absorção da água no solo. As regas decorreram apenas no mês de agosto, tendo o seu início sido baseado nos dados fornecidos pela sonda no solo, os valores de Ψ_b (valores abaixo de $-0,40$ MPa) e com base na experiência da empresa relativamente a anos anteriores.

Tabela 3: Data de rega em cada irrigação e respetiva duração.

<i>Data de rega</i>	<i>Duração</i>	<i>Irrigação</i>
<i>1/8</i>	7h 59m	I15 e I8
<i>8/8</i>	3h53	I8
<i>16/8</i>	4h49	I15 e I8
<i>23/8</i>	3h26	I8
<i>30/8</i>	3h33	I15 e I8

3.1.5 Sistema de condução e operações culturais

As videiras na Quinta da Cabreira encontram-se conduzidas em monopiano vertical ascendente, podadas em cordão Royat unilateral. Ao longo do ciclo não houve diferenças nos tratamentos realizados, nem em qualquer tipo de operação realizada. Assim, é possível obter uma homogeneidade de dados sem que estes tenham sido comprometidos por diferentes tipos de intervenções nas diferentes modalidades.

Na vinha foram efetuadas diferentes operações culturais, foram realizadas uma pré-poda e a poda de inverno, seguida da trituração do lenho de poda. Realizaram-se várias intervenções em verde, tais como despampa, despona (mecânica) e desladrãoamento bem como a orientação da vegetação em diferentes alturas ao longo da época.

Foram também aplicados herbicidas na linha e nos taludes, e foram realizados tratamentos fitossanitários contra a escoriose, oídio e míldio. Para além destes tratamentos, foi necessário proceder a capinagem para auxiliar o controlo de infestantes nas entrelinhas e também se procedeu à aplicação de produtos anti escaldão.

3.2 Metodologia

3.2.1 Carga deixada à poda e peso da lenha

O 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 que esta tem

apresentado nos anos anteriores, sendo que, o número médio é de cinco talões por videira. Esta decisão é tomada pelo podador aquando o momento da poda.



Figura 10: Aspeto das videiras da casta Touriga Nacional na Quinta da Cabreira, 2018

3.2.2 Registo dos estados fenológicos

Ao longo do ensaio foram registados os estados fenológicos de forma a estabelecer o ciclo biológico das videiras em estudo. Este registo foi baseado na escala alfabética de Baggiolini (Anexo I).

Das videiras que constituíam cada modalidade (20 na I15 e 10 na I8) foram selecionadas as mais centrais para acompanhamento dos estados fenológicos. Foi dada uma atenção mais especial à vinha durante os estados da floração, pintor e amadurecimento dos cachos, sendo que se considerou cada estado quando a vinha apresentou metade das videiras nesse estado fenológico.

3.2.3 Índices de Fertilidade

De modo a realizar o cálculo dos Índices de Fertilidade e a Taxa de Abrolhamento, foram recolhidos o número de olhos deixados à poda, o número de olhos abrolhados e o número de inflorescências de cada olho. Geralmente são deixados 2 olhos por talão e, em média cada videira possui cinco talões perfazendo um total de cerca de dez olhos por videira. Os dados foram recolhidos no dia 22 de maio, no estado fenológico I (floração) e, com esses dados, foi possível calcular a Taxa de Abrolhamento

(TA) bem como o Índice de Fertilidade Potencial (IFP) segundo as fórmulas abaixo representadas.

$$\text{Taxa de abrolhamento (TA)} = \frac{\text{Número de olhos abrolhados}}{\text{Número de olhos deixados à poda}} \times 100$$

$$\text{Índice de fertilidade potencial (IFP)} = \frac{\text{Número de inflorescências}}{\text{Número de olhos abrolhados}}$$

3.2.4 Caraterização do coberto vegetal

Na caraterização do coberto vegetal foram analisadas a área foliar, a densidade do coberto vegetal – número de camadas de folhas (NCF), percentagem de folhas interiores (PFI), percentagem de cachos interiores (PCI) e percentagem de buracos na canóia (PB) – e a superfície foliar exposta. Deste modo, foram selecionadas 4 videiras por modalidade de rega, 2 do bardo interior e 2 do bardo exterior, em cada bloco, com um total de 48 videiras em cada irrigação (I15 e I8).

3.2.4.1 Estimativa da área foliar

Nas videiras selecionadas foi escolhido um pânpano médio e frutífero representativo, que foi marcado para que os dados recolhidos referentes à área foliar pertencessem sempre ao mesmo pânpano (Figura 11). Os critérios utilizados para se proceder à escolha das videiras e dos pânpanos foram a uniformidade do potencial vegetativo em relação às outras plantas, assim como a média de pânpanos na videira escolhida. As videiras foram comparadas em termos do número de olhos abrolhados, evitando aquelas que tinham um número de olhos elevado ou que apresentassem um elevado ou reduzido vigor em relação às restantes videiras.



Figura 11: Marcação da videira e pânpano para medição da área foliar

O modelo utilizado para a estimação da área foliar foi desenvolvido por Lopes & Pinto (2005). Este é um modelo empírico não destrutivo, simples, económico e assertivo que permite fazer uma estimativa da área foliar das folhas principais e das netas.

Após a escolha das videiras, procedeu-se à recolha de dados. As medições foram efetuadas em 3 datas diferentes (Tabela 4).

Tabela 4: Datas de medição da área foliar e respetivo estado fenológico e escala de Baggiolini correspondente

<i>Data</i>	<i>Estado fenológico</i>	<i>Escala Baggiolini</i>
<i>15 de junho</i>	Alimpa e bago de ervilha	J e K
<i>12 de julho</i>	Cacho fechado	L
<i>12 de setembro</i>	Maturação	N

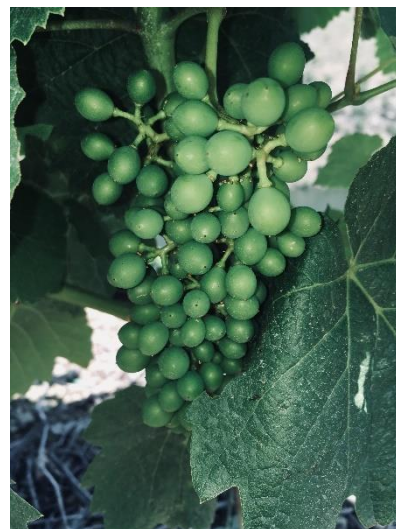
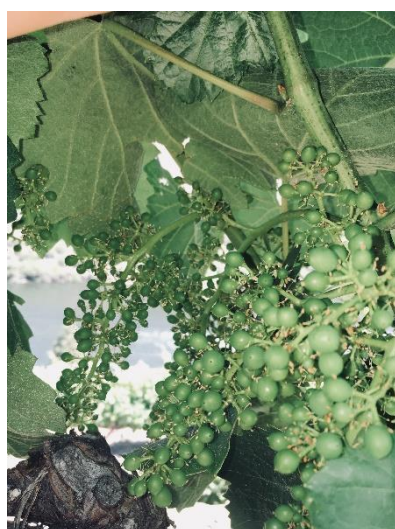


Figura 12: Aspeto dos cachos na primeira medição da área foliar, a 15 de junho

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 folha maior do pântano e da folha menor (L2e e L2d); o número de folhas netas (NFN) e os comprimentos das nervuras laterais direita e esquerda da folha maior e menor.

A área foliar das folhas principais e das netas foi registada de forma a se obter 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, também desenvolvida pelos autores anteriormente referidos:

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

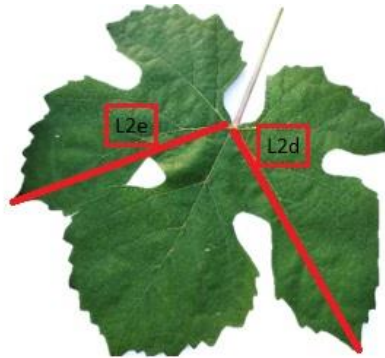


Figura 13: Ilustração da medição da área foliar no campo, nas folhas principais e nas netas.

3.2.4.2 Densidade do coberto vegetal

A densidade do coberto vegetal foi determinada com recurso ao método “Point Quadrat” descrito por Smart & Robinson (1991). Este método baseia-se na inserção de um ponteiro rígido na horizontal e perpendicularmente à vegetação, que deverá ser realizado de forma aleatória em intervalos regulares pré-determinados de acordo com o número de inserções desejadas (Queiroz, 2002). Desta forma, o ponteiro rígido vai funcionar como se de um feixe de luz se tratasse, ou seja, o ponteiro passa do exterior para o interior e os contatos que este tem com as partes da canópia referem-se à sua exposição com a luz solar. Usando este método é possível sabermos que proporção de folhas e cachos são interiores ou exteriores (Smart & Robinson, 1991).

Através da inserção do ponteiro na vegetação era avaliado e anotado o número de contatos com folhas (F), cachos (C) ou buracos (B) quando não ocorria qualquer tipo de contato. Através deste método é possível calcular:

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

$$\text{Número de camadas de folhas (NCF)} = \frac{\text{Número total de folhas intercetadas}}{\text{Número de inserções}}$$

- b. Percentagem de Folhas Interiores (PFI):

$$\text{Percentagem de folhas interiores (PFI)} = \frac{\text{Número total de folhas interiores}}{\text{Número total de folhas intercetadas}} \times 100$$

- c. Percentagem de Cachos Interiores (PCI):

$$\text{Percentagem de cachos interiores (PCI)} = \frac{\text{Número total de cachos interiores}}{\text{Número total de cachos intercetados}} \times 100$$

d. Percentagem de Buracos na Canópia (PB):

$$\text{Percentagem de buracos (PB)} = \frac{\text{Número total de buracos}}{\text{Número total de inserções}} \times 100$$

No caso do presente estudo, o contato foi efetuado em dois níveis diferentes nomeadamente ao nível dos cachos e ao nível médio da vegetação em dois locais paralelos da mesma planta (aleatoriamente), nas oito plantas escolhidas por modalidade, em cada ensaio de rega. Esta medição foi realizada em dois momentos diferentes, a 26 de julho no início do pintor, e a 19 de setembro na altura da vindima.

3.2.4.3 Superfície foliar exposta

Para determinar 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). A largura média da sebe (Ls) e a altura da vegetação (Hv) foram calculadas através das seguintes fórmulas:

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

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

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

$$SFE \left(\frac{m^2}{ha} \right) = P_{exp} \times \left(\frac{10000}{E} \right)$$

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

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 o cacho fechado/pintor e na altura da colheita dos cachos.

3.2.5 Cálculo da evapotranspiração e das necessidades de rega na vinha

Como foi referido anteriormente, a evapotranspiração é calculada através da aplicação da fórmula $ET_c = K_c \times ET_0$, onde ET_c diz respeito à evapotranspiração da planta, ET_0 representa a evapotranspiração de referência, ou seja é a evapotranspiração de uma cultura padrão que não esteja em condições de *stress* hídrico, e K_c diz respeito ao coeficiente da cultura (Allen, *et al.*, 1998).

No caso do presente estudo, os valores de evapotranspiração da planta ET_0 foram registados pela estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira. Com base na análise dos dados registados pela estação meteorológica, a rega foi efetuada durante o mês de agosto, terminando cerca de 3 semanas antes da vindima.

Considerando o mês em que a rega foi aplicada e as características da vinha, escolheu-se usar um K_c igual a 0,8, baseado nas orientações e nos valores descritos por Prichard & Verdegai, (2004), para as vinhas da Califórnia (Anexo II).

De modo a calcular as necessidades de rega, foram utilizados os dados de precipitação e evapotranspiração recolhidos ao longo do tempo pela estação meteorológica presente na Quinta. A estação meteorológica é do modelo iMetos® e foi fabricada pela PESSL Instruments. A estação possui diversos sensores que monitorizam diversos 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 fornecidos continuamente e armazenados numa base de dados *online*.

Para quantificar a água necessária para aplicar à vinha recorreu-se à fórmula: $Rega = (ET_c - Precipitação) \times \% Evapotranspiração$, onde ET_c representa a soma da evapotranspiração de base dos últimos catorze dias anteriores à data de rega, Precipitação representa a quantidade de precipitação, em mm, nos últimos catorze dias anteriores à rega e a %Evapotranspiração representa a variação da evapotranspiração de acordo com as diferentes modalidades de rega, ou seja, 0,25 em R_{25} , 0,5 em R_{50} e 0,75 em R_{75} , isto para a rega quinzenal. Já na rega semanal, foi utilizada a mesma fórmula, com a diferença de que os valores de ET_c e Precipitação se baseavam nos últimos oito dias.

O número de horas de rega é definido segundo a quantidade de água a fornecer e o débito do gotejador, de acordo com a equação seguinte:

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

3.2.6 Medições da atividade fisiológica

3.2.6.1 Potencial hídrico foliar

Como referido anteriormente, o potencial hídrico foliar foi medido com recurso a uma câmara de pressão, segundo a metodologia descrita por Schölander *et al.* (1965), representada na figura 14.



Figura 14: Aspeto da câmara de Schölander com botija de gás acoplada e colocação da folha (pecíolo) na válvula da câmara de Schölander.

No estudo foram recolhidas 1 folha de cada modalidade em cada bloco nas primeiras 4 medições (12 folhas), sendo que nas 2 últimas medições se recolheram 2 folhas de cada modalidade (uma em cada bardo) perfazendo um total de 24 folhas. Estas medições foram realizadas antes do amanhecer, quando os estomas ainda se encontravam fechados, para o cálculo do potencial hídrico de base (Ψ_b), a meio da manhã, a meio da tarde (de modo a determinar o potencial hídrico foliar mínimo ($\Psi_{\min}$) e ao fim da tarde. Após o início da rega, as medições de Ψ_b foram sempre realizadas na madrugada anterior à rega, a cada quinze dias.

As medições foram sempre efetuadas colocando a câmara na zona central de cada patamar de forma a evitar que entre o momento do corte da folha e a medição não houvesse alterações do estado hídrico da folha. Estas medições tiveram como objetivo o controlo da quantidade de água disponível em cada modalidade de rega em diferentes fases do ciclo da videira (medições realizadas antes do amanhecer), bem como a recolha de dados para a realização de uma curva de potencial hídrico ao longo do dia (medições antes do amanhecer e ao longo do dia).

A primeira medição realizada antes do amanhecer (Potencial Hídrico de Base), teve lugar no dia 12 de julho, quando a sonda do solo já registava valores do teor de humidade baixos, como se verifica nas figuras 15 e 16.

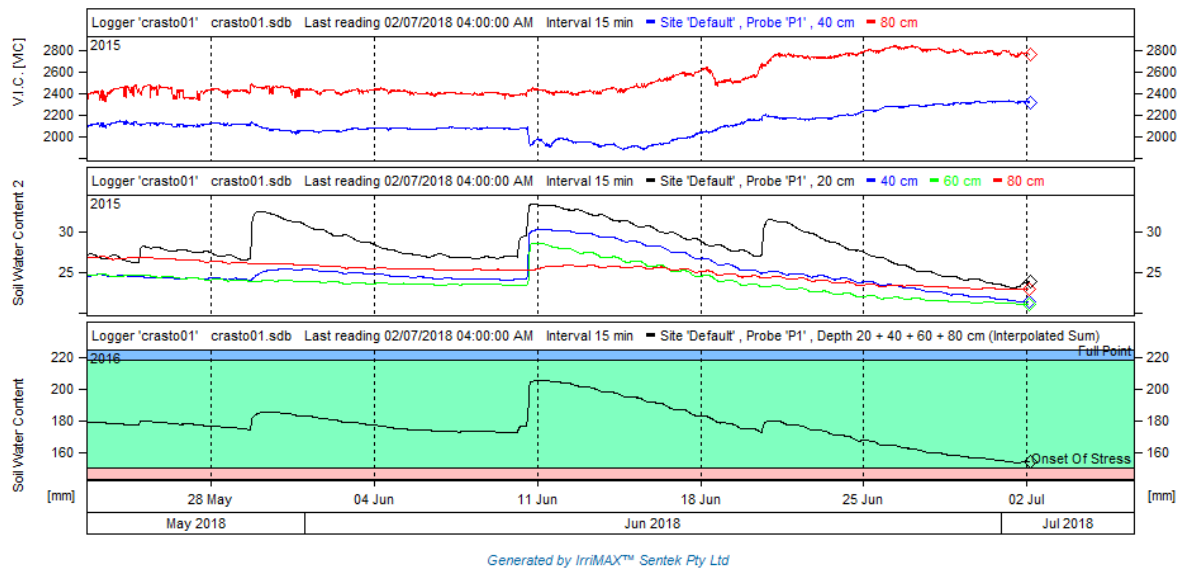


Figura 16: Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela de Touriga Nacional em estudo, onde se verificam valores baixos de humidade (Soil Water Content) a partir do dia 2 de julho, perto do limite de stress hídrico (Onset of Stress).

Os valores apresentados pela câmara de pressão de Schölander apresentavam

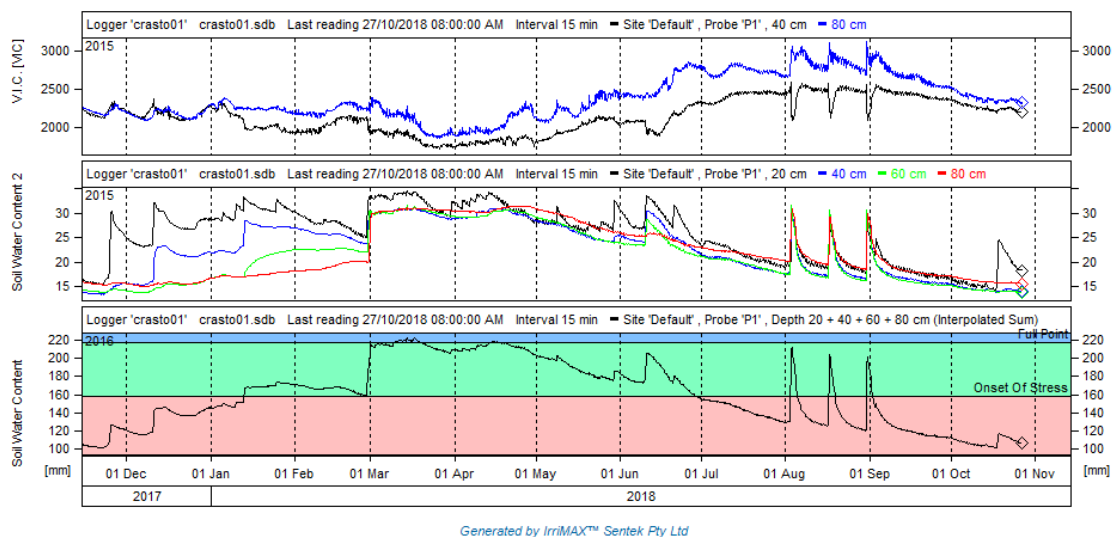


Figura 15: Conteúdo de água no solo e os três picos de rega, correspondentes às regas realizadas na Quinta da Cabreira, no ensaio I15, no mês de agosto. Dados recolhidos pela sonda do solo existente na parcela.

um valor médio de -0,22 MPa pelo que a rega não foi iniciada nas semanas seguintes. A segunda medição foi realizada a 26 de julho e, nessa altura os valores apresentados pela câmara de pressão de Schölander apresentavam um valor médio de -0,36 MPa, pelo que a rega foi iniciada na semana seguinte, a 2 de agosto, uma vez que apesar de o défice hídrico na planta não ser severo, previa-se uma vaga de calor na semana

seguinte e, portanto, optou-se por iniciar a rega nessa semana. Através da observação da figura 16 verificamos a existência de 3 picos no teor de humidade no mês de agosto que coincidiram com as 3 regas efetuadas nesse mês.

Para além do Potencial Hídrico de Base, (Ψ_b), foi ainda medido em dois dias o Potencial Hídrico Diário (Ψ_f). Este potencial foi medido às 4h da madrugada, antes do amanhecer, às 10h, às 14h e às 17h. As medições foram feitas no dia anterior ao da rega, e um dia após a rega, ou seja no dia 1 de setembro, de modo a verificar qual o efeito que a rega tinha sob as videiras (Tabela 5).

Tabela 5: Datas e horas das medições do Potencial Hídrico Foliar Diário.

<i>Data</i>	<i>Horas da medição</i>
<i>12 julho</i>	4h
<i>26 julho</i>	4h
<i>9 agosto</i>	4h
<i>16 agosto</i>	4h
<i>30 agosto</i>	4h; 10h; 14h; 17h
<i>1 setembro</i>	4h; 10h; 14h; 17h
<i>12 setembro</i>	4h

3.2.6.2 Trocas gasosas ao nível dos estomas

As trocas gasosas ao nível dos estomas foram controladas através do dispositivo IRGA (Infrared Gas Analyzer), marca Li-cor, modelo Li-6400 XT (Figura 17).

Assim, 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 em cada bloco, em diferentes horas do dia, ou seja, 10h, 14h e 17h, de forma a verificar se existiriam diferenças entre as modalidades, mesmo após a paragem da rega.



Figura 17: Aspeto da unidade de tratamento de dados e da câmara de Parkinson que constituem o dispositivo IRGA

Para se realizar a medição foi escolhida uma folha adulta do terço superior de um sarmento que estivesse a receber luz direta do sol. Para cada medição a câmara de Parkinson foi colocada na folha que se pretendia medir, respeitando a posição desta, durante uns minutos até o resultado estabilizar.

De modo a verificar a existência de diferenças entre as modalidades em termos de disponibilidade de água no solo procedeu-se ao cálculo da Eficiência do Uso de Água (WUE), através da seguinte fórmula:

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

3.2.7 Evolução da maturação e qualidade da vindima

A maturação das uvas começou a ser controlada a 2 de setembro e prolongou-se até à data da vindima, sendo realizada a cada duas semanas. Nas três amostragens feitas foram colhidos 60 bagos por modalidade, em cada bloco, perfazendo um total de 180 bagos por modalidade. Em cada bloco foram retirados 30 bagos do bardo interior e do bardo exterior e estes foram armazenados no mesmo saco. Nestas medições não houve distinções entre bardos nem blocos, de modo a serem obtidas informações

acerca de cada modalidade, o que fez 8 amostras (4 modalidades I15 e 4 modalidades I8).



Figura 18: Aspeto dos sacos de recolha de amostras de bagos e das caixas após contagem de bagos

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).

Aquando a colheita dos cachos, foi realizada uma colheita de amostras de modo a caracterizar-se qualitativamente a vindima. Foram então colhidos 100 bagos de diferentes cachos por modalidade e por bloco, havendo separação das amostras por bardo (interior e exterior), por bloco e por irrigação, perfazendo um total de 48 amostras. Ou seja, 8 amostras por bloco, 4 modalidades em cada bardo e recolha nos 6 blocos. Desta forma, foi possível proceder às análises, determinando-se o peso da amostra (g), peso médio do bago (g), a % de álcool provável, o pH, a acidez total (g/L), e o teor em antocianinas (mg/L), polifenóis (mg/L) e em ácido málico (g/L).

A vindima foi marcada tendo em conta os resultados dos controlos de maturação e as condições atmosféricas. Durante a vindima foram registados o número de cachos e o peso total dos mesmos, por planta das videiras previamente marcadas em cada irrigação – 20 videiras em cada modalidade da I15 e 10 em cada modalidade da I8.

As análises de todas as amostras foram efetuadas no laboratório da Quinta do Crasto, recorrendo ao Crison® para a leitura da acidez total e do pH, ao refratómetro



Figura 19: Aspeto dos dispositivos Miura One® (à esquerda), Crison® (ao centro) e refratómetro (à direita), para analisar os diferentes parâmetros qualitativos.

para a verificação do álcool provável e ao Miura One ® de modo a obter as leituras de antocianas, polifenóis e ácido málico (Figura 18).

De modo a verificarmos a evolução entre os açúcares e a acidez foi calculado o Índice de Maturação com recurso à seguinte fórmula:

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

3.3 Análise estatística dos resultados

Ao longo de todo o ensaio os dados recolhidos foram registados em formato Excel e, posteriormente, foram analisados recurso ao programa IBM SPSS®, versão 25.3, tendo estes sido submetidos a análises de variância das médias (ANOVA). Os parâmetros não significativos foram registados com a sigla “n.s.” e os significativos com “*” para $p < 0,05$, “**” para $p < 0,01$ e “***” para $p < 0,001$. Sempre que a análise de dados demonstrou a existência de 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 em trabalhos de anos anteriores.

4. Resultados e Discussão

4.1 Caraterização climática da região

Com os dados recolhidos na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira, foi possível fazer uma caraterização climática do local. Deste modo, foi possível verificar a variabilidade de temperatura e de precipitação ao longo do ciclo biológico da videira, desde outubro de 2017 a outubro de 2018. Através do gráfico representado na figura 20, é possível verificar-se que o clima no local é tipicamente mediterrâneo, com temperaturas muito elevadas no verão e baixas no inverno. A temperatura máxima registada foi de 41,8°C em agosto de 2018, e a temperatura mínima registada foi de -3,4°C.

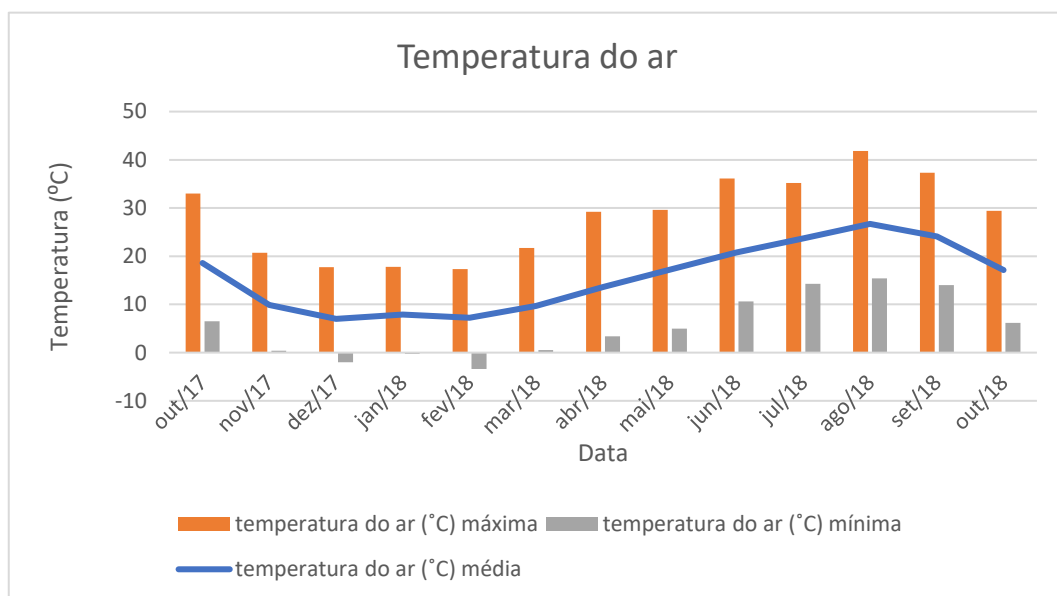


Figura 20: Temperaturas mínima, máxima e média em °C registadas nos meses de outubro de 2017 a outubro de 2018 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.

Na figura 21 observa-se a variação da precipitação em relação às temperaturas médias, no período de outubro de 2017 a outubro de 2018. Estes valores estão, também, em concordância com os de um clima mediterrâneo. No entanto, verificamos que este ano foi um pouco atípico ao nível de chuvas, existindo um maior nível de pluviosidade no mês de junho do que nos meses de inverno (dezembro a fevereiro). Os valores mais altos de pluviosidade verificaram-se nos meses de março (134 mm), junho (84 mm) e fevereiro (62,4 mm), enquanto que os mais baixos se registaram em outubro de 2017 (4,8 mm), agosto de 2018 (3,8 mm) e em setembro de 2018 (15,4 mm).

Na mesma figura (Figura 21), é ainda possível observar a variação dos valores da evapotranspiração de referência da cultura (ET₀). É possível observar-se uma tendência e uma relação entre os valores de ET₀ e a respetiva temperatura e precipitação. Assim, verifica-se que os valores de ET₀ foram mais baixos nos meses de novembro de 2017 a março de 2018 e foram mais elevados nos meses de julho a setembro de 2018. Ou seja, os valores de ET₀ são mais elevados quando a temperatura também o é, mas com pluviosidade baixa e são mais baixos quando a temperatura é mais baixa e a pluviosidade mais elevada.

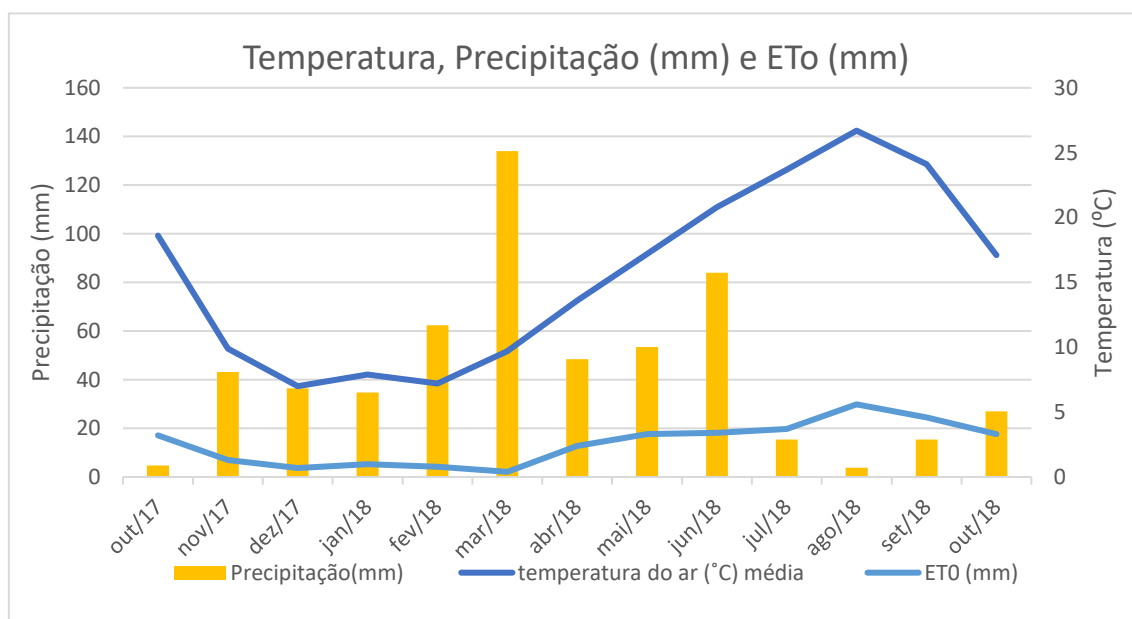


Figura 21: Temperatura média (°C), Precipitação (mm) e Evapotranspiração da cultura de referência (mm) registadas nos meses de outubro de 2017 a outubro de 2018 na estação meteorológica existente na Quinta da Cabreira.

Quando analisamos a variação de temperatura e precipitação dos últimos 3 anos, verificamos que a temperatura é tendencialmente constante ao longo dos anos, ou seja, temperaturas mais altas no verão e mais baixas no inverno. Quanto à precipitação, verificamos que no ano de 2017 a pluviosidade foi mais baixa do que nos outros anos representados, sendo que o ano de 2018 foi marcado por pluviosidades mais elevadas na primavera e início de verão e que o ano de 2015 apresentou maiores pluviosidades no inverno e primavera (Figura 22).

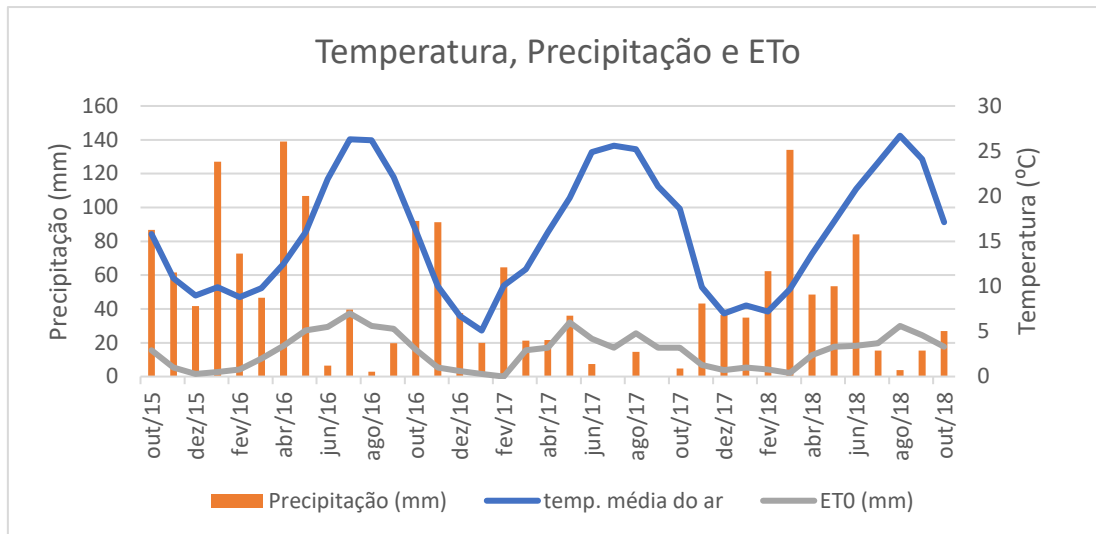


Figura 22: Temperatura (°C) e Precipitação (mm) registadas na estação meteorológica da Quinta da Cabreira ao longo de 3 anos, de outubro de 2015 a outubro de 2018

Os valores de temperatura e precipitação de outubro de 2017 a outubro de 2018 foram, ainda, comparados com a Normal Climatológica mais recente, que diz respeito às décadas entre os anos de 1931 e 1960, que foram calculados a partir de dados registados pela estação meteorológica do Vale da Vilariça, por ser a que se encontra mais próxima da Quinta da Cabreira. Esta Normal começou a ser utilizada como termo de comparação após uma convenção da Organização Meteorologia Mundial (OMM), na qual se caracteriza o clima por valores médios de vários elementos climáticos num período de 30 anos, um período de tempo suficientemente longo para que possa representar um valor predominante no local a considerar (IPMA, 2018). Os dados da Normal Climatológica de 1931 a 1960 foram cedidos pela Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID).

Através da observação dos dados da figura 23, verificamos que no geral a precipitação foi mais baixa entre os meses de novembro de 2017 a março de 2018 e, também foi mais baixa nos meses de setembro e outubro de 2018, quando em comparação com os dados da Normal Climatológica, sendo que se verificam diferenças abruptas nos meses de novembro 2017 e setembro e outubro de 2018. Por outro lado, em comparação com a Normal, verificamos que nos meses de abril a agosto de 2018 a precipitação foi mais elevada, sendo que nos meses de abril e julho de 2018 a precipitação foi 50% a 70% mais elevada.

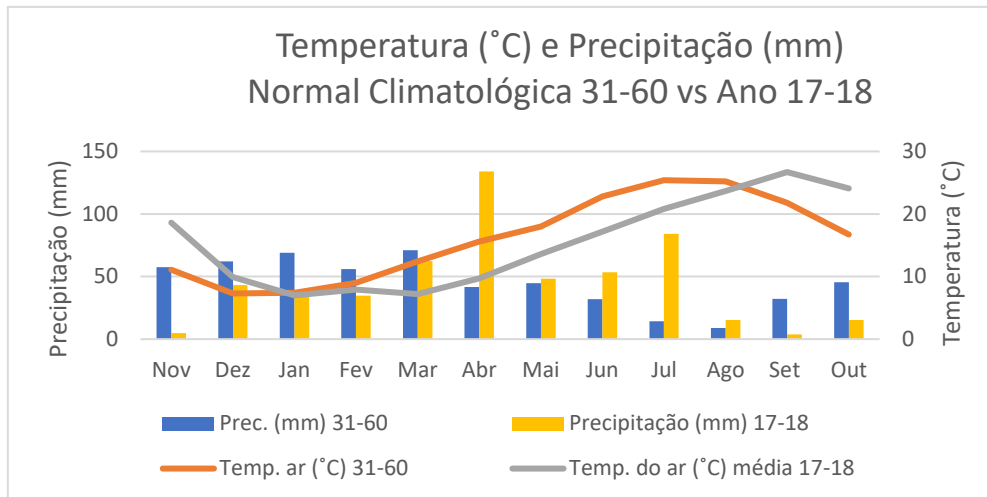


Figura 23: Temperaturas médias (°C) e Precipitação (mm) referentes à Normal Climatológica de novembro de 1931 a 1960 em comparação com a Temperatura média (°C) e Precipitação (mm) de novembro de 2017 a outubro de 2018.

Observando a figura 23 e a tabela 6, verificamos que a temperatura foi ligeiramente inferior entre os meses de novembro de 2017 e outubro de 2018, quando comparadas com a Normal Climatológica. Quando comparamos a precipitação e a temperatura do corrente ano com o ano de 2017, nos meses coincidentes com o ciclo vegetativo da videira, verificamos que em 2017 a temperatura foi ligeiramente superior e, que a precipitação foi quase 4 vezes inferior do que a registada no presente ano.

Tabela 6: Total de precipitação (mm) e média de temperatura do ar (°C) de 1931 a 1960, em comparação com os meses de novembro de 2017 a outubro de 2018

Anos	Precipitação total (mm)	Média Temp. ar (°C)
1931 – 1960	534,9	16,1
nov/17 a out/18	563,0	15,7
mar/17 a out/17	105,8	20,4
mar/18 a out/18	381,4	19,1

Segundo o Boletim Informativo emitido a 19 de julho pela ADVID o presente ano de 2018 teve um Inverno frio e seco e uma Primavera fria e extremamente chuvosa, quando comparados com a Normal, sendo que as temperaturas foram em geral inferiores, nomeadamente nos meses de novembro (2017), fevereiro e março (ADVID, 2018). Segundo o Boletim do Ano Vitícola 2018, emitido a 15 de novembro pela ADVID, nos meses de junho e julho manteve-se uma instabilidade climática, ocorrendo em junho elevada precipitação e registando-se no início de agosto valores de precipitação abaixo

da Normal. Nos meses de junho e julho as temperaturas registadas foram inferiores às da Normal Climatológica e, em agosto esta situação reverteu-se, registando-se valores mais elevados aos da Normal Climatológica. Deste modo, o mês de agosto foi considerado pelo IPMA como o 2º mês mais quente dos últimos 88 anos. Por fim, o verão foi caracterizado por ter sido heterogéneo, tendo numa primeira fase sido chuvoso e frio e numa segunda fase quente e extremamente seco.

O período de vindima decorreu sob boas condições climáticas, com precipitação reduzida e temperaturas amenas a altas. Os valores de precipitação nos meses de setembro e outubro foram inferiores aos da Normal Climatológica e, a temperatura em setembro foi superior à Normal Climatológica, originando uma onda de calor entre os dias 11 e 16. Já em outubro a temperatura registada no Douro Superior foi inferior à Normal Climatológica (ADVID, 2018).

4.2 Evolução fenológica

Tal como referido no ponto 3.2.2, os estados fenológicos foram registados segundo a escala de Baggiolini.

Tabela 7: Estados fenológicos registados ao longo do ensaio

<i>Data</i>	<i>Estado Fenológico</i>
<i>22 de maio</i>	Floração
<i>15 de junho</i>	Alimpa (J) e Bago de ervilha (K)
<i>12 de julho</i>	Cacho fechado (L)
<i>26 de julho</i>	Cacho fechado (L) e Pintor (M)
<i>16 de agosto</i>	Maturação (N)
<i>30 de agosto</i>	Maturação (N)
<i>12 de setembro</i>	Maturação (N)
<i>19 de setembro</i>	Vindima (N)

De acordo com os registos efetuados em parcelas de referência da Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID) e, também, devido às baixas temperaturas verificou-se um atraso no abrolhamento de cerca de 2 semanas em relação à data média e o “Fecho do Cacho” também atrasou em cerca de 2 semanas (ADVID, Balanço intercalar do Ano Vitícola 2017-2018, 2018).

4.3 Índices de Fertilidade

Os dados utilizados para o cálculo da carga deixada à poda, número de inflorescências e número de pâmpanos foram recolhidos no dia 22 de maio, quando os cachos se encontravam em floração. O peso do lenho à poda foi registado no dia de poda, a 13 de março.

4.3.1 Carga deixada à poda, número de inflorescências, número de pâmpanos e peso da lenha de poda

Carga à poda

Em termos de carga à poda, Smart & Robinson (1991) referem que a carga ideal é de cerca de 15 a 20 olhos por metro linear. Por outro lado, Lopes (1994) defende que a carga deve ser ajustada de forma a garantir um equilíbrio entre o crescimento vegetativo, a produção e a maturação.

O número de olhos deixados à poda nos blocos 1 e 3 é idêntica (média de 10,1 sarmentos por cepa) e, no bloco 2 a carga à poda é ligeiramente superior, com uma média de 10,2 sarmentos por videira. Por modalidades, verifica-se que a média de sarmentos por videira é de 10,2 na R0, 9,9 na R25, 10,5 na R50 e 10,1 na R75. Verifica-se então que o número de olhos obtidos é bastante inferior ao sugerido por Smart &

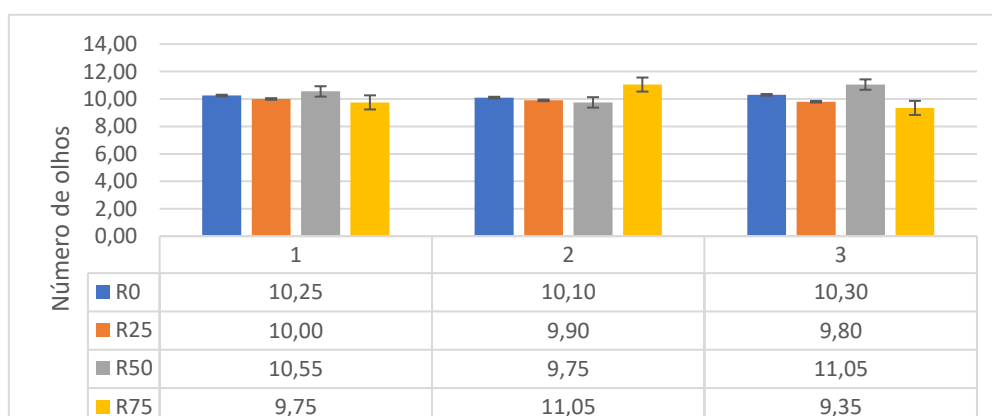


Figura 24: Número de olhos em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (115). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Robinson (1991). Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas por blocos nem por modalidades ($p>0,05$) (Figura 24).

Quando comparado com dados de anos anteriores, em 2017 o número médio de olhos deixados à poda nos blocos foi ligeiramente inferior (entre 9,7 e 10) e no ano de 2016 verificaram-se valores idênticos (entre 9,8 e 10,4) aos obtidos em 2018. Relativamente ao número médio de olhos deixados à poda por modalidade verifica-se que os dados obtidos em 2018 estão em concordância com os de 2016 (entre 9,7 e 10,4), mas que em 2017 o número médio de olhos deixados à poda era ligeiramente inferior (entre 9,5 e 9,9).

Já na irrigação semanal (I8), no bloco 2 verifica-se um valor, em média, ligeiramente superior ao dos restantes blocos com ,10,3 olhos deixados à poda no bloco 2 e 9,8 olhos nos blocos 1 e 3. Contudo, e apesar de os valores obtidos serem ligeiramente diferentes, estes não mostraram ser estatisticamente significativos (Figura 25).

Os valores obtidos na irrigação semanal estão em concordância com os verificados na irrigação quinzenal, ou seja, a média de olhos deixados nos ensaios é de cerca de 10 olhos por cepa. Devemos também ter em conta que o número de olhos deixados à poda depende da avaliação do podador e, portanto, não depende da aplicação de diferentes modalidades de rega.



Figura 25: Número de olhos em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Número médio de pâmpanos por videira

Em relação ao número médio de pâmpanos por videira, não existem diferenças estatisticamente significantes entre blocos ou modalidades (Figura 26).

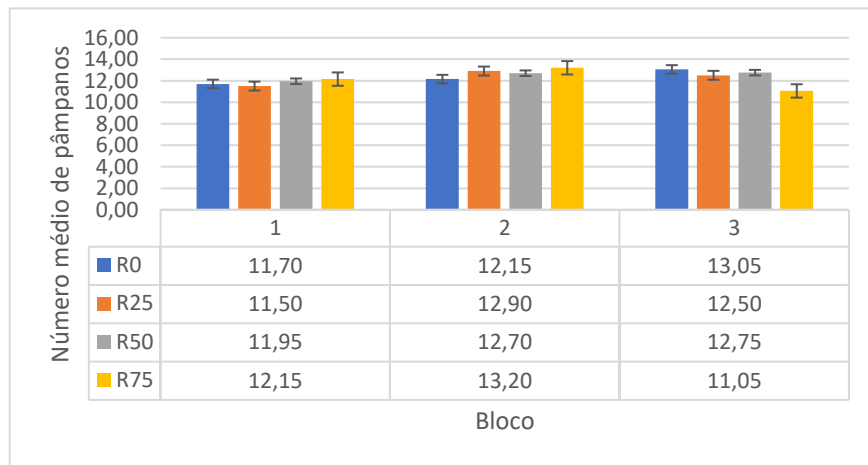


Figura 26: Número médio de pântanos por videira, em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Esta homogeneidade foi também verificada no ano 2016 por Cabral (2017), dado que não foram registadas diferenças entre blocos nem entre modalidades. Tanto em 2016 como em 2018, o número mais elevado de pântanos por videira foi registado na modalidade R75, no ano de 2016 esse registo foi efetuado no bloco 3 e no ano 2018 foi registado no bloco 2.

No ensaio I8, também não foram verificadas diferenças significativas quer por blocos, quer por modalidades. O valor mais elevado de pântanos por videira foi registado no bloco 2, na modalidade R50 (Figura 27).

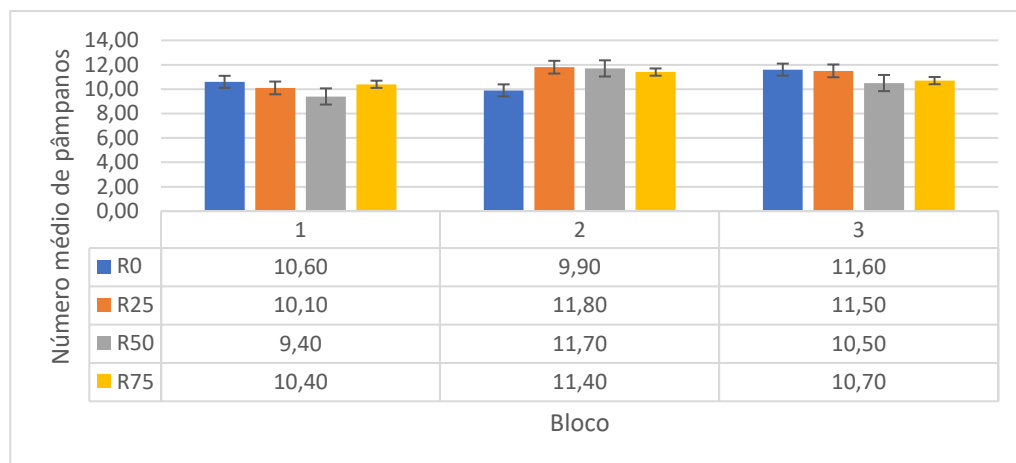


Figura 27: Número médio de pântanos por videira, em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Comparando os dois ensaios, verificamos que o número de pântanos por videira é inferior no I8, quer nos blocos, quer nas modalidades. Em média, a modalidade com um maior número de pântanos foi a R25 na I8 e a R50 na I15 com 11,3 e 12,5 pântanos por videira respetivamente.

Número médio de inflorescências

Os resultados do número médio de inflorescências não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Entre os blocos verificaram-se pequenas variações, sendo que se registaram uma média de 14 cachos no bloco 1, 16 cachos no bloco 2 e 15 cachos no bloco 3.

Entre modalidades, também não se verificaram muitas diferenças. As modalidades R0, R50 e R75 registaram cerca de 15 cachos enquanto que a modalidade R25 registou uma média de 14 cachos por videira (Figura 28).

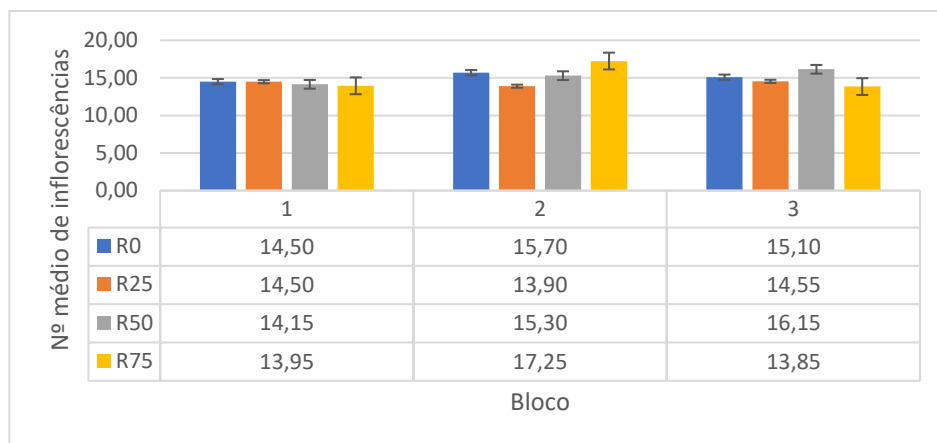


Figura 28: Número médio de inflorescências em cada modalidade e em cada bloco na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Os dados de 2016 vão de acordo com os obtidos no ano 2018. Por blocos verificaram-se pequenas variações, no bloco 1 registaram-se em média 16 inflorescências, no bloco 2 registaram-se 15 e no bloco 3 foram registadas 13 inflorescências. Por modalidade também foram registadas pequenas variações sendo que nas modalidades R0, R25 e R50 foram registados cerca de 15 cachos e na modalidade R75 foram registados 16 cachos.

Na irrigação semanal, registaram-se em média 14 inflorescências nos blocos 1 e 2 e, 12 inflorescências no bloco 3. Já por modalidades, em média, foram registadas 13 inflorescências nas modalidades R0 e R50 e registadas 14 inflorescências nas modalidades R25 e R75 (Figura 29). No geral, os valores médios de inflorescências obtidos na irrigação semanal foram inferiores aos obtidos na irrigação quinzenal. No entanto, este ano foi o ano de iniciação da rega semanal pelo que as variações observadas por blocos não são devidas à rega.

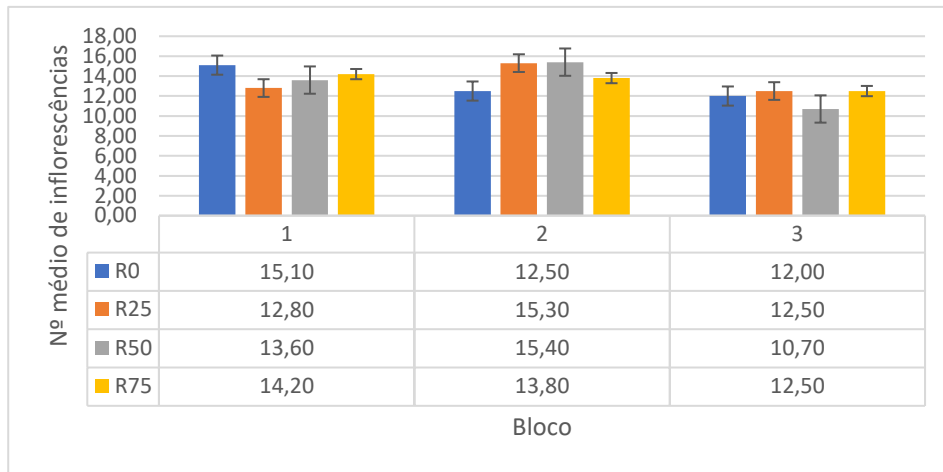


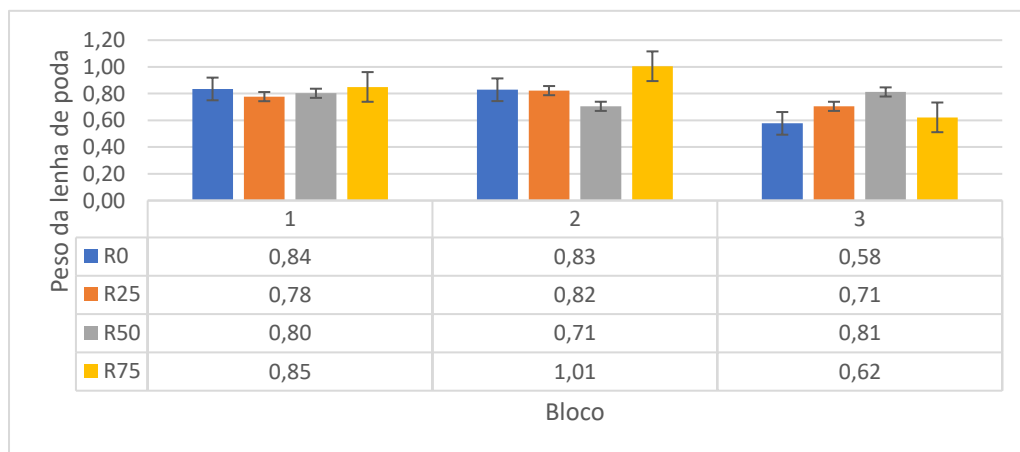
Figura 29: Número médio de inflorescências em cada modalidade e em cada bloco na irrigação semanal (I8). As diferenças entre blocos e modalidades não foram estatisticamente significativas.

Peso da lenha de poda

O nível a partir do qual a divisão da sebe é recomendável é, segundo May (1996), de 1 kg por metro da sebe. Já Smart *et al.*, (1987) recomenda que o peso da lenha de poda se deve situar entre os 0,3 e 0,6 kg/m (Queiroz, 2002).

Figura 30: Peso da lenha de poda em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação quinzenal. As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.

Através dos dados representados na figura 30, referentes ao ano agrícola 2017, verificamos que o peso da lenha se situa entre os 0,6 e 1 kg/m, ou seja, valores muito



superiores aos recomendados por Smart *et al.*, (1987).

No que toca à estatística, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 2 e 3, sendo o bloco 2 o que apresenta um peso de lenha de poda superior. Quanto às modalidades, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 8).

Tabela 8: Diferenças observadas no peso de lenha de poda entre blocos, na I15.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
<i>Peso de lenha</i>	0,76 ab	0,80b	0,68a	*

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

4.3.2 Taxa de Abrolhamento (TA)

A taxa de abrolhamento corresponde à razão entre o número de olhos abrolhados e a carga deixada à poda. A taxa de abrolhamento deve situar-se entre os 85 a 95% de modo a que se garanta um desenvolvimento equilibrado da planta (Fonseca, 2010).

Nos três blocos, a taxa de abrolhamento variou, aproximadamente, entre os 114 e os 131%. Verifica-se uma ligeira diferença nas percentagens no bloco 1, no entanto esta diferença não é estatisticamente significativa (Figura 31).

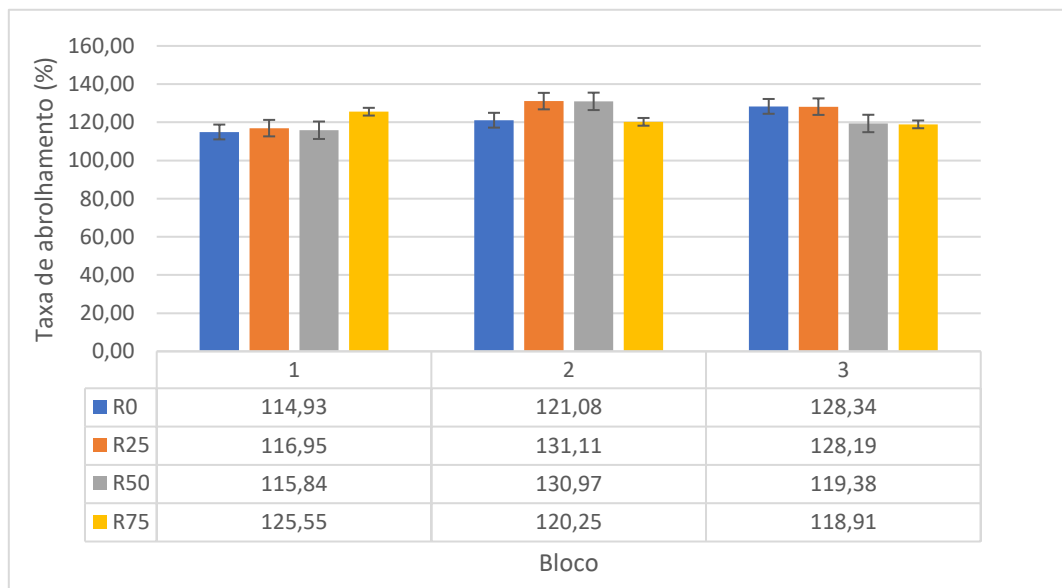


Figura 31: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas.

Quando comparamos estes resultados com os obtidos em 2016, verificamos que os mesmos estão em concordância. Ou seja, também em 2016 se verificaram valores nos intervalos 113 a 131%. Os resultados obtidos nestes ensaios revelam um excesso de vigor por parte das videiras, uma vez que o número de olhos abrolhados excedeu a carga deixada à poda. Estes resultados podem ser explicados através de lançamentos

duplos e/ou lançamentos ladrões (Cabral, 2017). Já no ano de 2017, os valores da taxa de abrolhamento situaram-se entre os 94% e os 98%, sendo eles ligeiramente superiores aos recomendados por Fonseca (2010). Num estudo efetuado por Queiroz (2002), na mesma casta, foram registados valores de 93,63%, em média, valores estes inferiores aos obtidos no presente estudo.

Já na irrigação semanal, é possível observar através dos valores presentes na figura 32 que estes são inferiores aos obtidos na irrigação quinzenal. No entanto, também estes valores são mais elevados do que os valores recomendados por Fonseca (2010).

Deste modo, os valores obtidos no presente estudo, vêm demonstrar as características ao nível de vigor e de expressão vegetativa da casta Touriga Nacional.

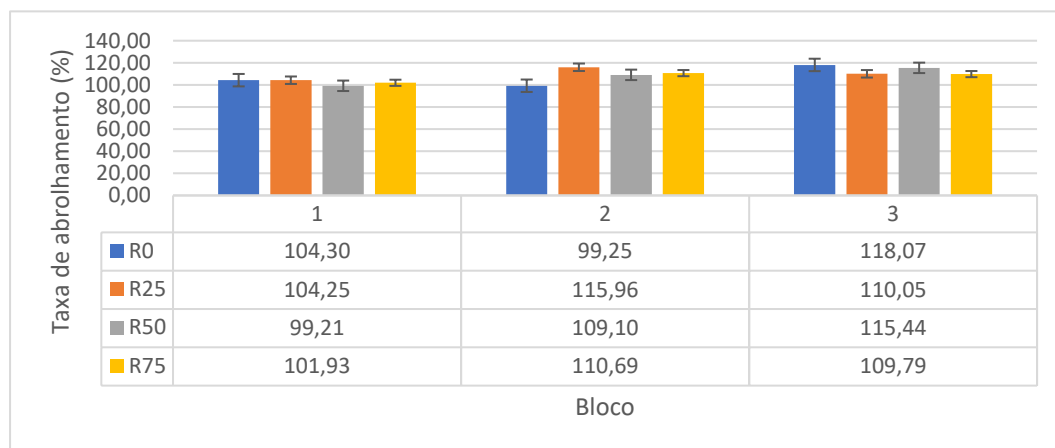


Figura 32: Taxa de abrolhamento médio em cada modalidade e em cada bloco, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.

Os valores presentes na figura 32 não mostraram ser estatisticamente diferentes por modalidades. Por outro lado, foram demonstradas diferenças estatisticamente significativas por blocos, sendo que o bloco 1 é diferente dos blocos 2 e 3 (Tabela 9).

Tabela 9: Diferenças observadas na Taxa de Abrolhamento (TA) entre blocos, na I8.

Bloco		1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Taxa de abrolhamento		103,05 a	109,83 b	113,34 b	***

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

4.3.3 Índice de Fertilidade Potencial (IFP)

Os valores médios em cada bloco são inferiores a 1 (Figura 33), sendo que são muito inferiores ao índice 1,61 obtido por Queiroz (1996) e aos índices de trabalhos anteriores (na mesma parcela) obtidos por Pinto (2015) e Cabral (2017) com 1,40 e 1,23 respetivamente.

Os valores obtidos por blocos são muito homogéneos, pelo que não existiram diferenças estatisticamente significativas.

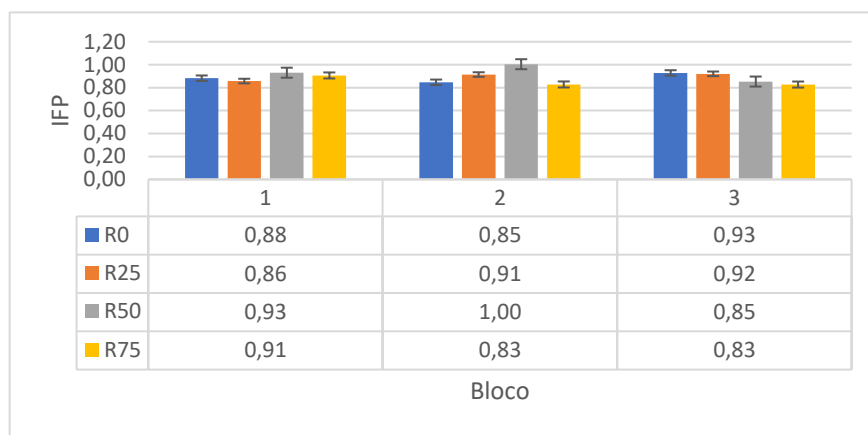


Figura 33: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas.

Em relação aos valores de IFP entre modalidades, também se mostram homogéneos na ordem dos 0,9 pelo que, também não existiram diferenças estatisticamente significativas.

Comparando com os dados obtidos por Cabral (2017), estes foram sempre superiores aos obtidos neste ensaio, quer por blocos, quer por modalidades.

Tal como na irrigação quinzenal, na irrigação semanal (Figura 34) os valores de IFP são inferiores a 1. Por modalidades, o IFP é inferior em R75 com 0,84; tendo 0,85 em R0; 0,86 em R50 e 0,90 em R25, sendo que não foram encontradas diferenças significativas entre modalidades.

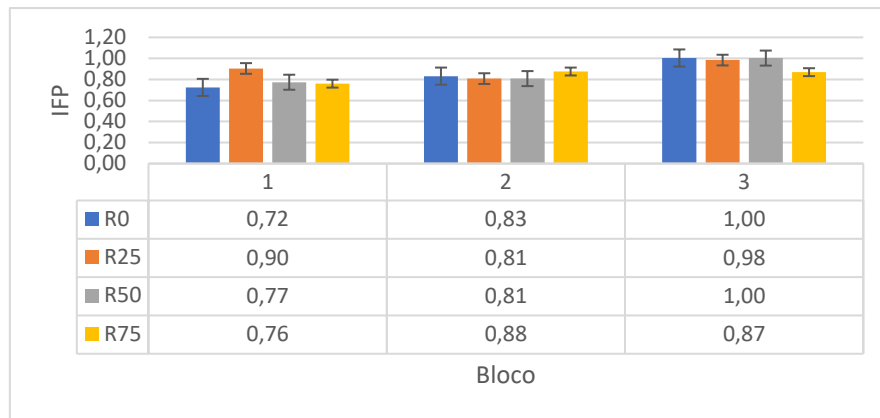


Figura 34: Índice de Fertilidade Potencial médio entre blocos e entre modalidades, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas.

No caso do IFP por blocos, verificou-se um aumento do bloco 1 para o bloco 3, apresentando diferenças estatisticamente significativas entre o bloco 3 e os blocos 1 e 2 (Tabela 10).

Tabela 10: Diferenças observadas no Índice de Fertilidade Potencial (IFP) entre blocos, na I8.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
IFP	0,69 a	0,76 a	0,93 b	***

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

4.4 Caracterização do coberto vegetal

De modo a caracterizar-se o coberto vegetal, foram utilizados o cálculo da área foliar, a caracterização do coberto vegetal seguindo os métodos “Point Quadrat” e a “Superfície Foliar Exposta”.

4.4.1 Área Foliar

As medições de áreas foliares, apesar de serem demoradas, tornam-se muito importantes uma vez que são as folhas que captam luz solar para a fotossíntese e, por serem estas as responsáveis pelo ensombramento da canópis (Smart & Robinson, 1991).

Estas medições foram efetuadas segundo o método de Lopes e Pinto (2005), e foram efetuadas em 3 datas, ou seja, a 15 de junho (estados fenológicos J e K), a 12 de

julho (estado fenológico L) e a 12 de setembro (estado fenológico N, próximo da vindima)

Área foliar principal e das netas

Em relação à Área Foliar Principal, a modalidade R25 registou um valor mais elevado nas três datas, sendo que R0 apresentou menor área foliar principal nos dias 15 junho e 12 julho, sendo a modalidade R50 que apresentou menor área foliar na última medição efetuada.

Ao longo dos dias de medição verifica-se que a área foliar aumenta da primeira para a segunda medição (exceto na R75, que diminuiu) e que na última medição, efetuada mais próxima da vindima, a área foliar diminuiu. Estatisticamente, não foram encontradas diferenças significativas quer entre modalidades quer entre blocos.

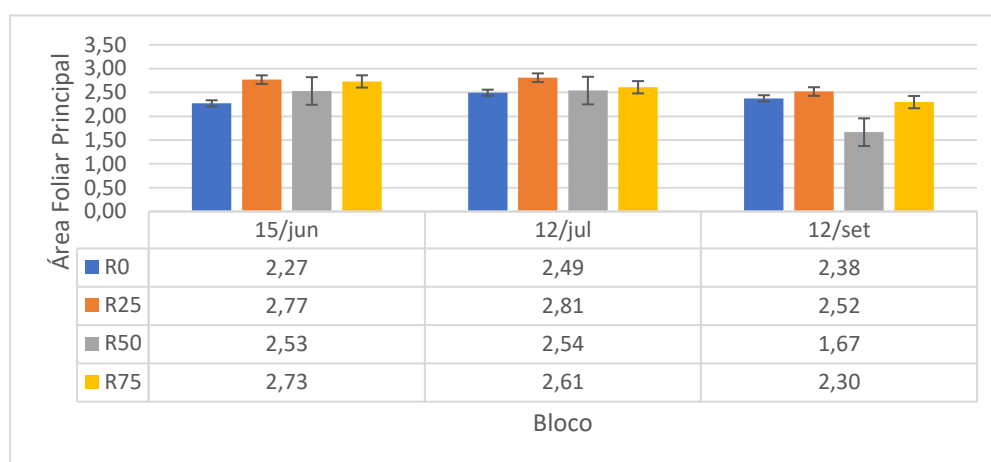


Figura 35: Área Foliar Principal (m^2) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

No ano de 2016, a medição da área foliar foi realizada em apenas um dia, a 27 de junho, cerca de 3 semanas antes de efetuarem a primeira rega nesse ano, verificou-se que a modalidade que apresentou um valor médio superior de área foliar principal foi a modalidade R75 com $2,4 m^2$, e a mais inferior foi a modalidade R0 com $1,4 m^2$. Deste modo, podemos dizer que os dados obtidos em 2016 foram inferiores aos obtidos em 2018.

Na irrigação semanal, a modalidade que apresentou maior área foliar principal a 15 de junho foi R75 e o menor valor foi registado pela modalidade R0. No dia 12 de julho, a modalidade que apresentou maior área foliar foi R25, e a que apresentou menor área foliar foi R50. Já na última medição, realizada a 12 de setembro, a modalidade R0 foi a que obteve uma maior área foliar, sendo que a modalidade R50 apresentou menor área foliar (Figura 36). Comparando os valores obtidos na última medição das duas

irrigações, verifica-se que os valores obtidos nas áreas foliares da I8 são inferiores aos obtidos na I15.

Tal como na I15, na I8 também se verifica um aumento da primeira para a segunda medição (exceto na modalidade R50 onde se verifica um pequeno decréscimo) e, na última medição, próxima à vindima, a área foliar principal diminui, como esperado. Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas nem por modalidades, nem por blocos.

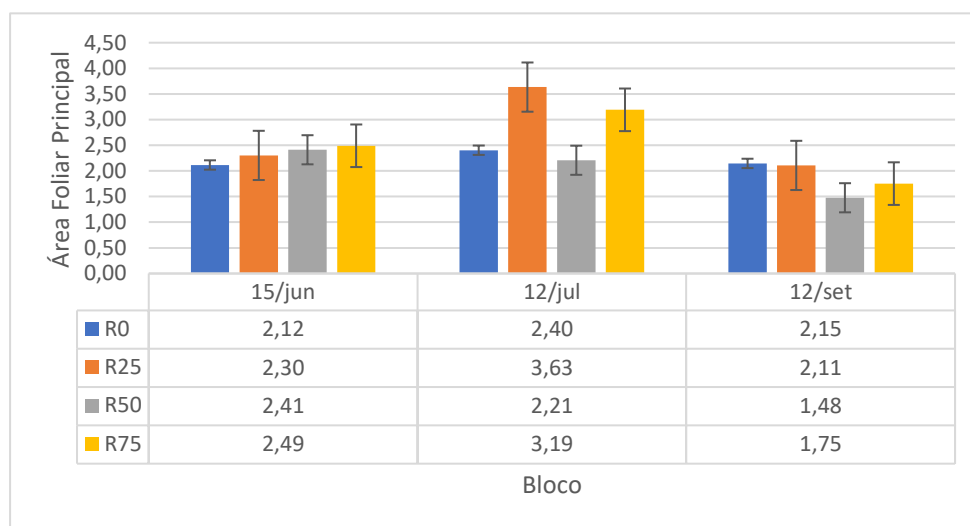


Figura 36: Área Foliar Principal (m²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

Em relação à Área Foliar das Netas, verifica-se um aumento em todas as modalidades da primeira para a segunda medição e após isso um decréscimo. Verifica-se que na medição efetuada a 15 de junho, a modalidade que apresenta maior área foliar das netas é a R75 e a que apresenta menor área foliar das netas é a modalidade R50. Nas duas medições seguintes, a modalidade R0 foi a que apresentou maior área foliar das netas. Por sua vez, a modalidade que apresentou menor área foliar das netas foi a R25 a 12 de julho e a R50 a 12 de setembro. Estatisticamente, não foram encontradas diferenças significativas (Figura 37).

A atividade fotossintética é superior em folhas formadas recentemente e, estas atingem a sua atividade máxima quando as folhas atingem o seu tamanho máximo. Devido a este fator, a área foliar das netas tem um papel importante na contribuição da acumulação de açúcares nos cachos durante a maturação e no aumento das reservas presentes nas videiras (Vasconcelos & Castagnoli, 2000).

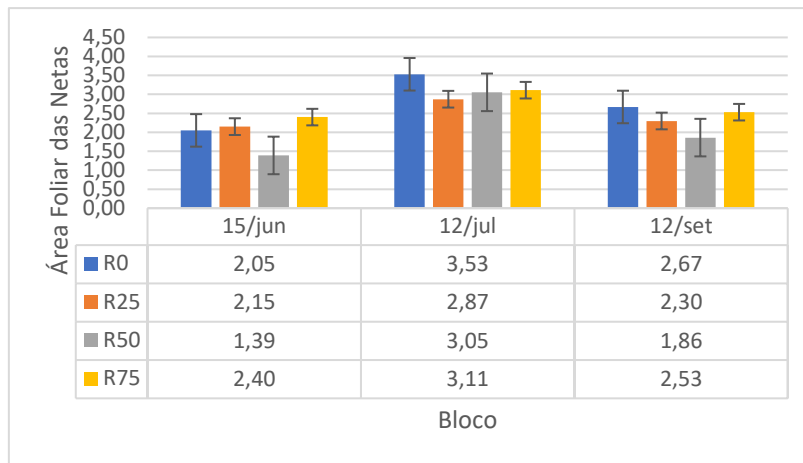


Figura 37: Área Foliar Netas (m²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição, na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

Já no ano de 2016, a modalidade que apresentou um valor mais elevado ao nível da área foliar das netas foi a modalidade R50 com 4,1 m² e a modalidade que registou um menor valor foi a R0 com 2,7 m². Comparando com o presente ano, as áreas foliares das netas obtidas em 2016 foram, em média, superiores.

Em relação à I8, a modalidade R25 apresentou uma área foliar das netas superior às restantes modalidades na medição efetuada a 15 de junho. Na mesma medição, a modalidade R0 apresentou menor área foliar das netas. Na medição efetuada a 12 de julho, a modalidade R75 apresenta o valor mais elevado de área foliar das netas, e a modalidade R0 apresenta o valor menor. Já a 12 de setembro verificou-se uma maior área foliar das netas na modalidade R0 e uma menor área foliar das netas na modalidade R50 (Figura 38). No entanto, apesar das diferenças verificadas estas não são estatisticamente significativas.

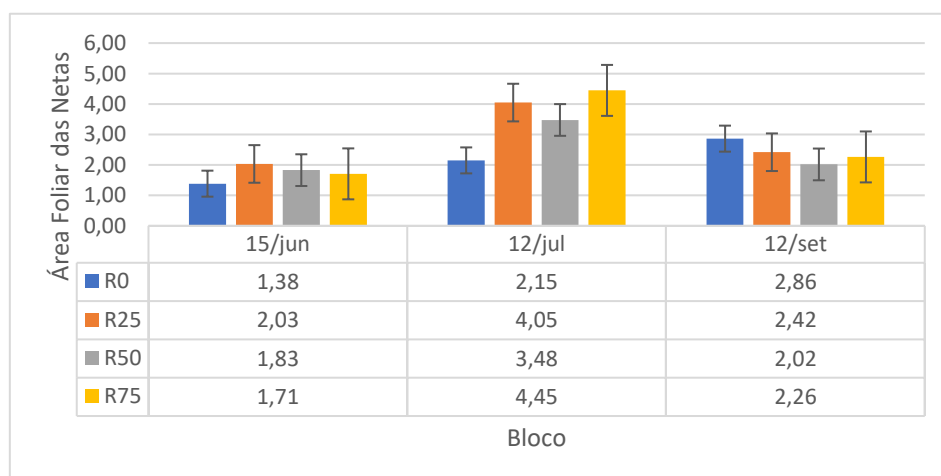


Figura 38: Área Foliar Netas (m²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição, na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

Área foliar total

Tal como se observa na figura 39, a área foliar total aumentou da primeira para a segunda medição e, diminuiu na terceira medição. A modalidade que obteve maior área foliar total na medição efetuada a 15 de junho foi a R75, já nas restantes medições, a modalidade que obteve maior área foliar total foi a R0. Por sua vez, a modalidade R50 apresentou, em todas as medições, os menores valores de área foliar total. Estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas quer entre modalidades, quer entre blocos.

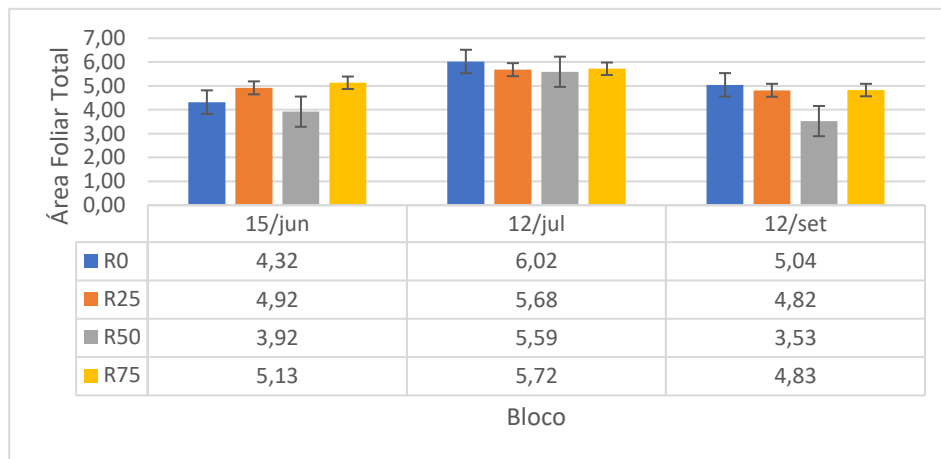


Figura 39: Área Foliar Total (m²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação quinzenal (I15). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

No geral, no ano de 2016 a modalidade que apresentou uma área foliar total mais elevada foi a R50, com 6,1 m², e a modalidade que registou uma área foliar mais inferior foi a R0 com 4,1 m². Em média, a área foliar total geral apresentou um valor de 5,4 m² no ano de 2016, sendo superior à média, das 3 medições efetuadas em 2018, com uma média geral de 2,5 m².

Na irrigação semanal, e tal como se verifica na figura 40, a área foliar total aumentou da primeira para a segunda medição e diminuiu aquando a terceira medição. Este aumento foi mais notável nas modalidades R25 e R75. É de notar que na modalidade R0, na última medição a área foliar aumentou, sendo a modalidade com maior área foliar total nesse dia. Isto poderá ter acontecido porque as folhas que não caíram são maiores, o que levou a que a área foliar fosse maior.

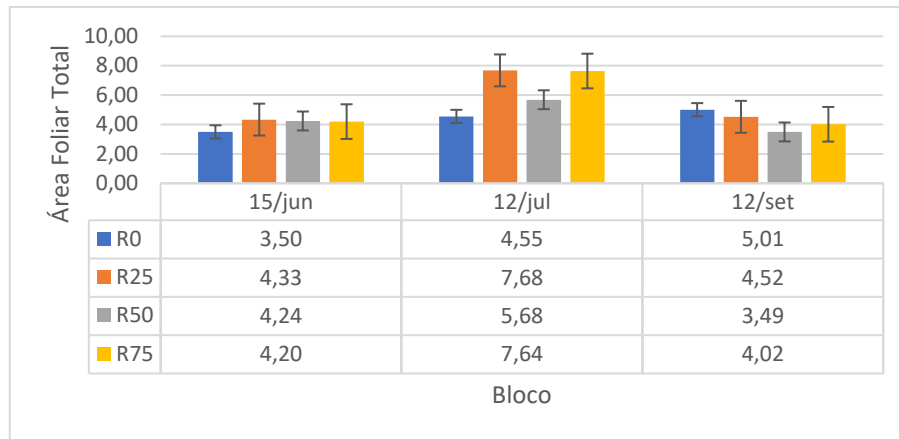


Figura 40: Área Foliar Total (m²) nas quatro modalidades testadas, por data de medição na irrigação semanal (I8). As diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Quinta da Cabreira, 2018

4.4.2 Densidade do coberto vegetal

4.4.2.1 Point quadrat

O método de Point Quadrat, desenvolvido por Smart & Robinson (1991) permite descrever a composição da sebe, nomeadamente o número de camadas de folhas (NCF), % de buracos, % de folhas interiores e % de cachos exteriores.

Segundo Smart & Robinson 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 deve estar entre os 20 e os 40 %; a percentagem de folhas interiores deverá ser igual ou inferior a 10%; e a percentagem de cachos interiores deverá ser igual ou inferior a 40%.

As medições de Point Quadrat foram efetuadas em dois dias diferentes, no dia 26 de julho uma semana antes do início da rega e no dia 19 de setembro aquando a vindima.

Número de camadas de folhas (NCF)

Através da figura 41, referente à primeira medição na I15, verificamos que não existem grandes diferenças entre os dois níveis (cachos e vegetativo) e que também não existe uma diferença muito acentuada entre modalidades, excetuando entre a modalidade R0 e R75 ao nível vegetativo.

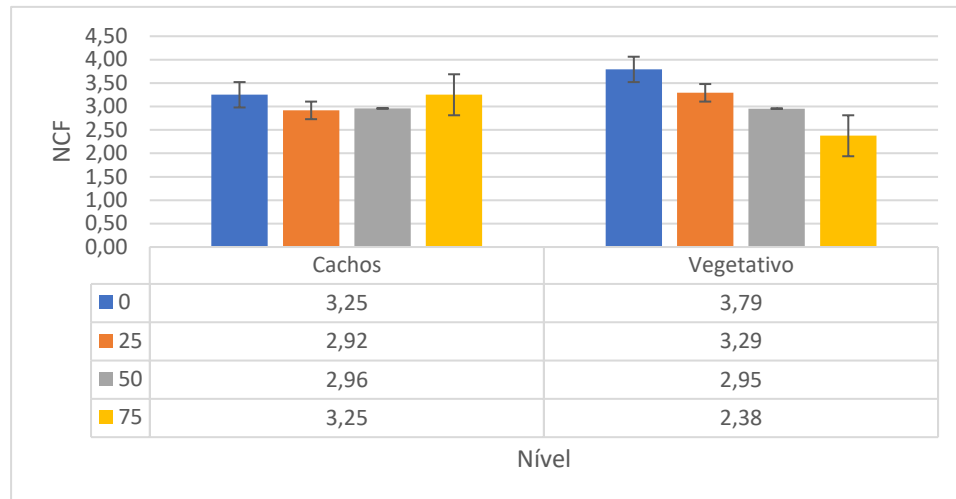


Figura 41: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). diferenças entre modalidades e entre blocos não foram estatisticamente significativas. Medição realizada a 26 de julho de 2018.

No caso da medição efetuada à vindima, verificamos que existe uma pequena diferença entre a modalidade que não é regada e as que são regadas ao nível dos cachos. A nível vegetativo, a diferença entre modalidades é, também, pouco notável (Figura 42).

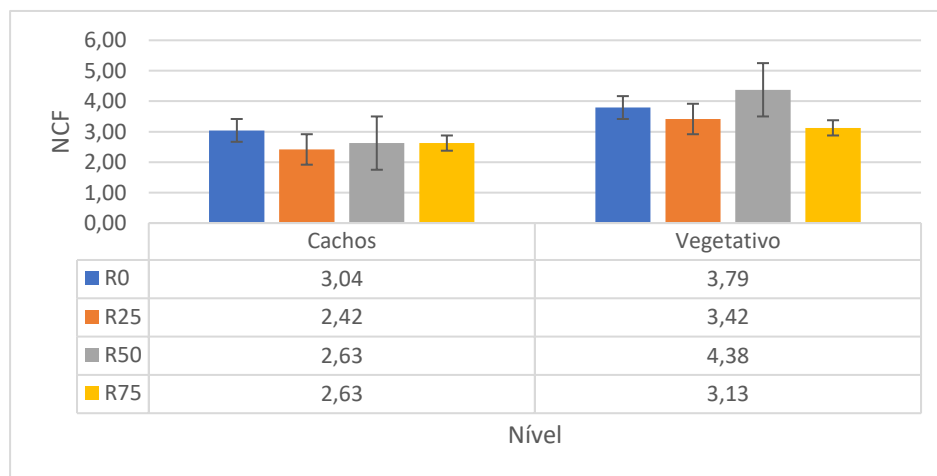


Figura 42: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). diferenças entre modalidades não foram estatisticamente significativas. Medição realizada a 19 de setembro de 2018.

Tal como é possível verificar na tabela 11, não existem grandes diferenças entre as modalidades no dia 26, no entanto, verifica-se que o número de camadas de folhas vai aumentando gradualmente da modalidade R0 para a R75 na medição efetuada no dia 19 de setembro (à vindima). Contudo, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre modalidades.

Tabela 11: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre modalidades, na I15.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	2,83	3,23	3,06	3,15	n.s.
<i>19 de setembro</i>	2,88	3,06	3,17	3,60	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Relativamente às diferenças entre blocos, verifica-se que o bloco 3 é estatisticamente diferente dos blocos 1 e 2 na medição efetuada à vindima. Não havendo, portanto, diferenças na medição efetuada a 26 de julho (Tabela 12).

Tabela 12: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre blocos, na I15.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	3,16	3,23	2,81	n.s.
<i>19 setembro</i>	3,50 a	3,64 a	2,39 b	**

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

Em relação aos dados obtidos em anos anteriores, em 2016 foram obtidos valores mais elevados de NCF no nível vegetativo, existindo uma diferenciação entre as modalidades mais regadas e as menos regadas ou sem rega. Ou seja, maior NCF na modalidade R75 e menor NCF na modalidade sem rega, tanto a nível vegetativo como ao nível dos cachos. No geral, e comparando com os dados obtidos no presente ano, em 2016 o NCF registado ao nível dos cachos mostrou ser inferior e o NCF registado ao nível vegetativo foi superior.

Através da figura 43, referente à primeira medição na irrigação semanal, é possível observar que se registaram ligeiras diferenças entre os dois níveis (cachos e vegetativo). Nas modalidades R0 e R25 o valor de NCF é superior ao nível dos cachos, enquanto que nas modalidades R50 e R75 o NCF é superior ao nível vegetativo.

Através da observação da figura 44, referente à medição efetuada à vindima,

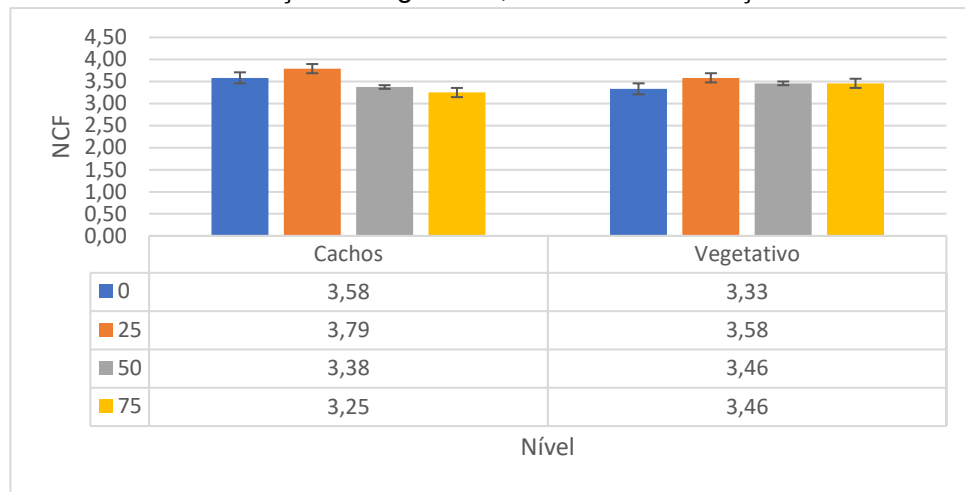


Figura 43: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 26 de julho de 2018.

verificamos que os valores obtidos são superiores ao nível vegetativo, e que as diferenças entre modalidades são pouco notáveis. Verifica-se também que o NCF é menor na modalidade R0 em ambos os níveis e que o valor de NCF é maior na modalidade R50 ao nível dos cachos e ao nível vegetativo.

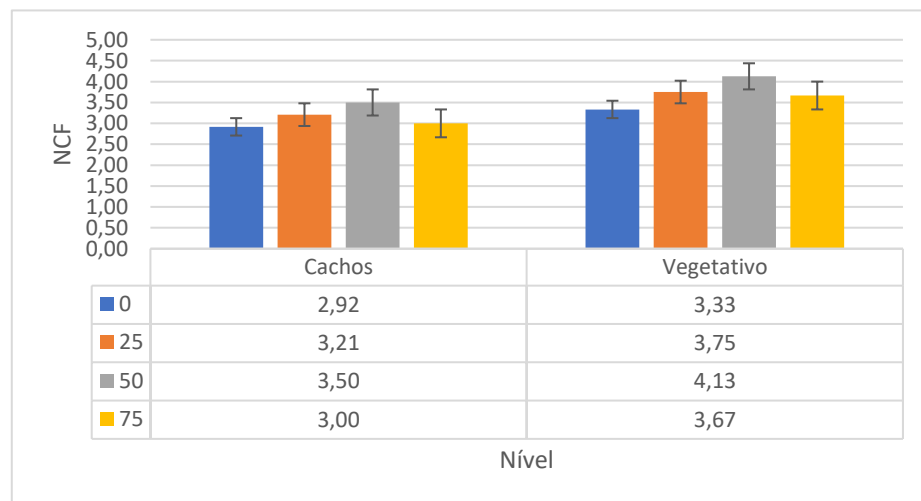


Figura 44: Número de Camadas de Folhas nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.

Através da observação da tabela 13, verificamos que as diferenças entre modalidades em ambas as datas são mínimas, não havendo, portanto, diferenças significativas. É de notar que em ambas as datas a modalidade que não foi regada foi a que apresentou menor NCF.

Tabela 13: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF), por modalidades na I8.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	3,03	3,44	3,25	3,25	n.s.
<i>19 de setembro</i>	3,13	3,48	3,63	3,33	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Relativamente às diferenças por blocos, verificamos que no dia 19 de setembro o bloco 1 era estatisticamente diferente do bloco 3, sendo o bloco 1 o que tinha maior NCF e o bloco 3 o que tinha um menor NCF (Tabela 14).

Tabela 14: Diferenças observadas no Número de Camadas de Folhas (NCF) entre blocos, na I15.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	3,19	3,20	3,40	n.s.
<i>19 de setembro</i>	3,68 a	3,56 ab	2,94 b	*

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

Quando comparamos os dois ensaios, I15 e I8, por modalidades verificamos que no dia 26 de julho o NCF foi inferior na I15 e que a modalidade R25 e R0 eram, em ambos os casos, as modalidades com maior e menor NCF respetivamente. No dia 19 de setembro observa-se também esta tendência, em exceção na modalidade R75 a qual apresenta maior NCF na I15, e que na I8 a modalidade com maior NCF foi a R50. Já por blocos, verificamos que é na I8 que são apresentados maior NCF em ambas as medições, excetuando no bloco 2, em que em ambas as medições foi na I15 que se verificou maior NCF.

Percentagem de Folhas Interiores (PFI)

Em termos de percentagem de folhas interiores, verifica-se que, no dia 26 de julho, ao nível dos cachos a modalidade R0 apresentava um valor mais elevado do que as restantes modalidades. Já ao nível vegetativo, a modalidade R0 apresentava igualmente um valor mais elevado, sendo que este valor foi decrescendo da modalidade R0 para a R75 (Figura 45).

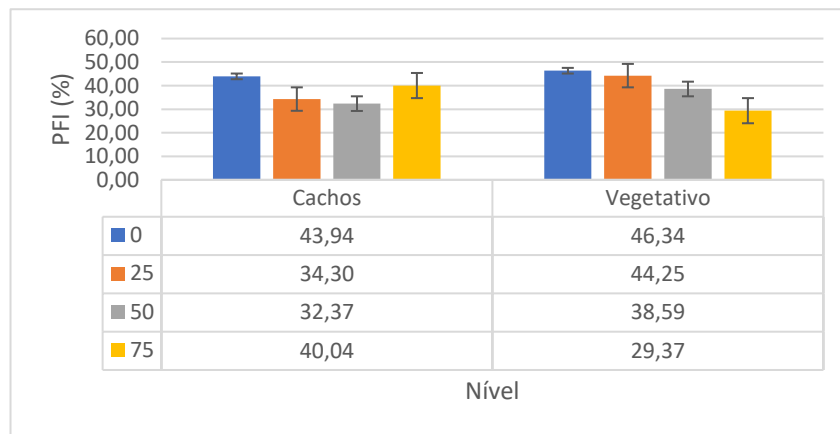


Figura 45: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 26 de julho de 2018.

Na medição realizada a 19 de setembro, os valores obtidos ao nível dos cachos são muito parecidos entre modalidades, exceto na modalidade R25 em que o valor é mais elevado. Ao nível vegetativo existem algumas diferenças entre modalidades, sendo que a modalidade R50 detém o valor mais elevado. Verifica-se que nesta medição os valores são mais elevados no nível vegetativo do que no nível dos cachos, exceto na modalidade R25 na qual os valores são iguais nos dois níveis (Figura 46).

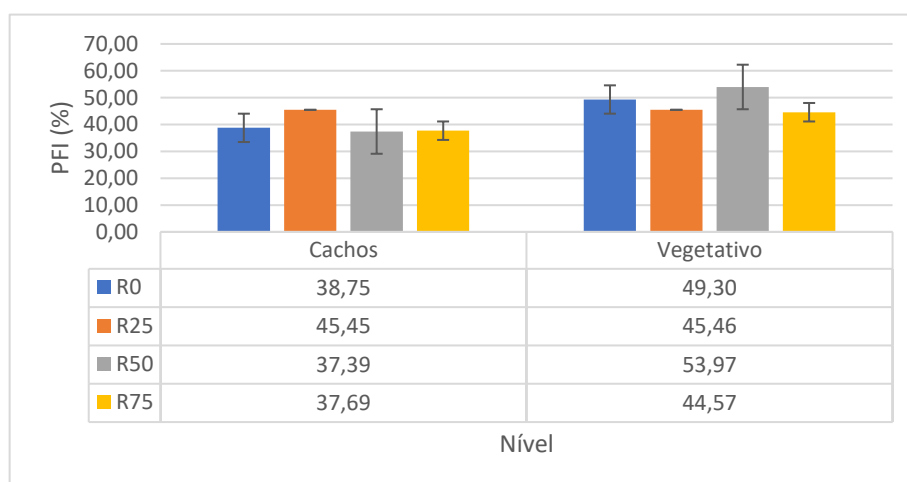


Figura 46: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 19 de setembro de 2018

Em termos de análise estatística, através da tabela 15, verificamos que não existem diferenças significativas entre modalidades nas duas medições efetuadas, e que os valores obtidos diminuem da primeira para a segunda medição, como era de esperar (Tabela 15).

Tabela 15: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I15.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	34,69	39,63	39,31	39,62	n.s.
<i>19 de setembro</i>	19,33	28,67	21,00	24,33	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Já por blocos, verificamos a existência de diferenças estatisticamente significativas no dia 19 de setembro entre o bloco 3 e os blocos 1 e 2 (Tabela 16).

Tabela 16: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por blocos na I15.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	39,97	41,94	33,03	n.s.
<i>19 de setembro</i>	26,25 a	29,25 a	14,50 b	*

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

Por sua vez, os dados obtidos em 2016 revelam uma boa relação entre PFI e a dotação de rega, ou seja, a modalidade sem rega foi a que apresentou os valores mais baixos e a modalidade com maior dotação de rega (R75) foi a que apresentou um maior PFI, com cerca de 57% ao nível vegetativo e 46% ao nível dos cachos, exceto ao nível dos cachos nas modalidades R0 e R25, na qual a modalidade R25 foi a que apresentou um valor ligeiramente mais baixo.

Na irrigação semanal, no dia 26 de julho presente na figura 47, verificamos que ao nível dos cachos as modalidades menos regadas ou sem rega (R25 e R0) são as que apresentam maior percentagem de folhas interiores e as modalidades mais regadas são as que apresentam uma menor percentagem de folhas interiores. Já ao nível vegetativo, a modalidade R75 apresenta uma percentagem de folhas interiores superior às restantes modalidades, sendo que as restantes modalidades apresentam valores bastante próximos.

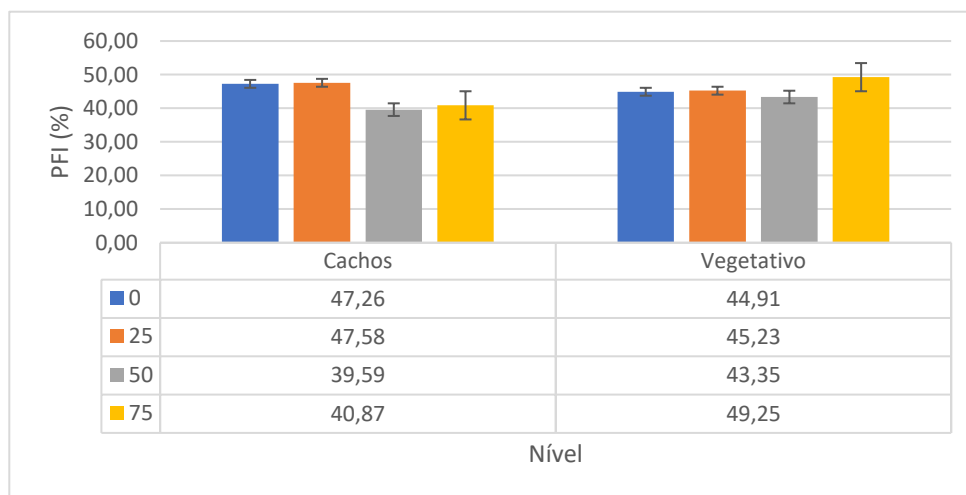


Figura 47: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (18). Medição realizada a 26 de julho de 2018.

Quanto à PFI no dia 19 de setembro, verificamos que nas modalidades R25 e R50 a PFI é superior em ambos os níveis quando comparadas com as restantes modalidades (Figura 48).

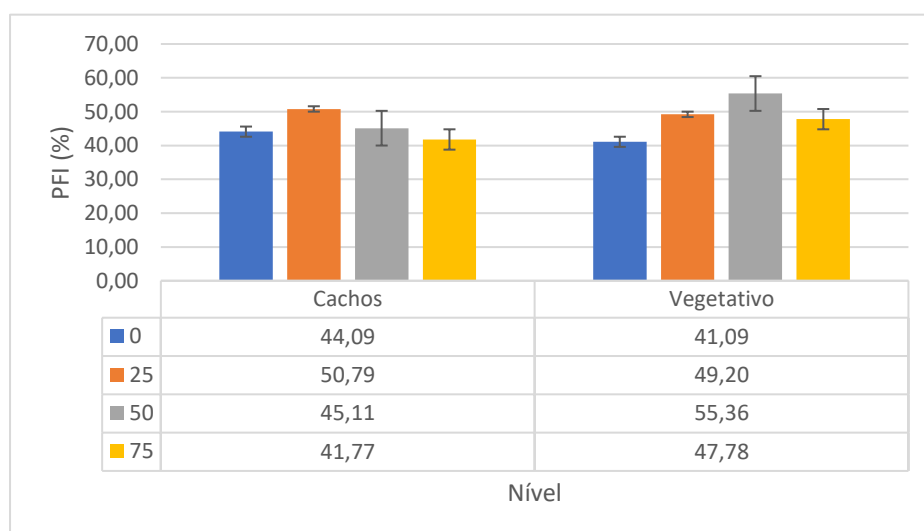


Figura 48: % Folhas Interiores nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (18). Medição realizada a 19 de setembro de 2018.

Em termos de análise estatística, verificamos que não existem diferenças significativas entre as modalidades nos dois dias de medições. Com base na tabela 17,

verificamos também que a PFI diminui do dia 26 de julho para o dia 19 de setembro nas modalidades R0 e R75, mas que aumentou nas modalidades R25 e R50.

Tabela 17: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I8.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	46,09	46,40	41,47	45,06	n.s.
<i>19 de setembro</i>	42,59	50,00	50,23	44,78	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Em termos de diferenças estatísticas nos blocos, verificamos através da observação da tabela 18 que no dia 19 de setembro os blocos 1 e 3 são diferentes.

Tabela 18: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por blocos na I8.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	44,99	39,57	49,71	n.s.
<i>19 de setembro</i>	51,37 a	46,08 ab	43,25 b	*

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

Comparando as duas irrigações, semanal e quinzenal, verificamos que a PFI ao nível dos cachos aumentou da primeira para a segunda medição nas modalidades R25 e R50 na irrigação quinzenal enquanto que na irrigação semanal se verificou um aumento nas modalidades R25, R50 e R75 ao nível dos cachos. Já ao nível vegetativo, na irrigação quinzenal a PFI aumentou em todas as modalidades enquanto que na irrigação semanal esse aumento só se fez sentir nas modalidades R25 e R50.

No geral e em média, da primeira para a segunda medição, na irrigação quinzenal a PFI diminuiu em todas as modalidades enquanto que na irrigação semanal a PFI só diminuiu nas modalidades R0 e R75.

Percentagem de Cachos Exteriores (PCE)

Em relação à percentagem média de cachos exteriores, verificamos um aumento em todas as modalidades destes valores. Na tabela 19, observa-se uma evolução destes valores mais acentuada na modalidade R0, sendo que é nesta modalidade que também se verificam menores NCF e de PFI em relação às modalidades regadas, ou seja, verifica-se uma maior perda de folhas e uma maior exposição dos cachos à radiação solar.

Em termos estatísticos e, apesar de se verificarem algumas diferenças entre modalidades, estas não são estatisticamente significativas.

Tabela 19: Diferenças observadas na Percentagem de Cachos Exteriores (PCE), por modalidades na I15.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	4,76	11,11	21,85	6,66	n.s.
<i>19 de setembro</i>	49,52	31,66	36,19	28,63	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

No ano de 2016, verificou-se uma evolução decrescente da PCE segundo as modalidades de rega, ou seja, de R0 para R75. Nesse ano, as percentagens de cachos obtidas foram superiores, às obtidas no ano de 2018, nas modalidades R0, R25 e R50 com 54%, 46% e 37% respetivamente. Já na modalidade R75, foi registado um valor inferior ao de 2018, com apenas 12 % de cachos exteriores.

Já no ensaio semanal (I8), verifica-se através da tabela 20, que na medição efetuada a 26 de julho duas das modalidades não apresentavam cachos exteriores (R25 e R50), sendo que na medição a 19 de setembro a modalidade R50 continuava a não apresentar cachos exteriores. Nas restantes modalidades é de notar um aumento do valor da PCE, sendo que na modalidade R0 o aumento é menor do que nas modalidades R25 e R75. A ausência de cachos exteriores na modalidade R50 na medição efetuada a 19 de setembro, pode ser explicada pelo facto de a inserção da vara na sebe ser aleatória o que levou a que em nenhuma das medições houvesse contatos com cachos.

Tabela 20: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I8.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	7,5	0	0	9,45	n.s.
<i>19 de setembro</i>	9,44	25,75	0	25,60	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Comparando a I15 com a I8, verificamos que na medição a 26 de julho a I8 apresentava maior PCE nas modalidades R0 e R75, no entanto na medição efetuada à vindima a PCE é superior, em todas as modalidades, na I15. Ou seja, na irrigação quinzenal existiam mais cachos expostos à radiação solar.

Percentagem de Buracos (PB)

Relativamente à percentagem de buracos na canópia na I15, podemos verificar, observando a tabela abaixo, que da primeira para a segunda medição existiu um aumento deste valor nas modalidades regadas, sendo que se manteve na modalidade não regada. Este aumento do número de buracos pode ser explicado pela queda das folhas, verificada próxima da vindima e, como esta é uma medição aleatória, o local onde se inseriu a vara pode ter modificado ligeiramente. Apesar desta diferença entre modalidades, esta não foi estatisticamente significativa (Tabela 21).

Tabela 21: Diferenças observadas na Percentagem Folhas Interiores (PFI), por modalidades na I15.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>26 de julho</i>	6,25	0	0	4,17	n.s.
<i>19 de setembro</i>	6,25	2,08	2,08	6,25	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Segundo Smart & Robinson (1991) a percentagem ótima de buracos deve situar-se entre os 20 e os 40 %, sendo que Oliveira (1996) refere que em videiras com percentagem de buracos superiores a 10% pode existir uma maior ocorrência de cachos murchos ou afetados por escaldão. Neste ensaio (I15), a percentagem de buracos foi sempre inferior a 20%, sendo que na R75 foi superior a 10% o que pode indicar que possam ter existido cachos murchos ou afetados por escaldão nesta modalidade.

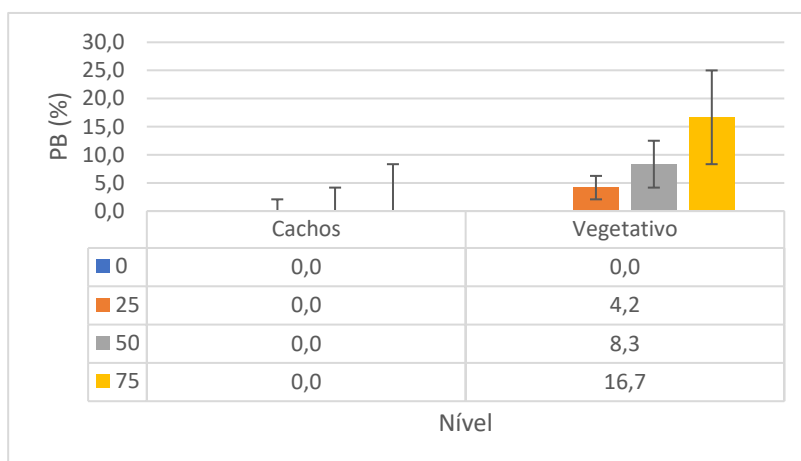


Figura 49: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 26 de julho de 2018

Comparando os dois níveis em que foi inserida a vara, no dia 26 de julho, só foram registados buracos ao nível vegetativo nas modalidades R25, R50 e R75. Na medição efetuada a 19 de setembro, já foram registados buracos ao nível dos cachos, mais propriamente nas modalidades R25 e R50. Ao nível vegetativo, só não foram registados buracos na modalidade R50. Nesta medição, foi registada uma maior percentagem de buracos na modalidade R75.

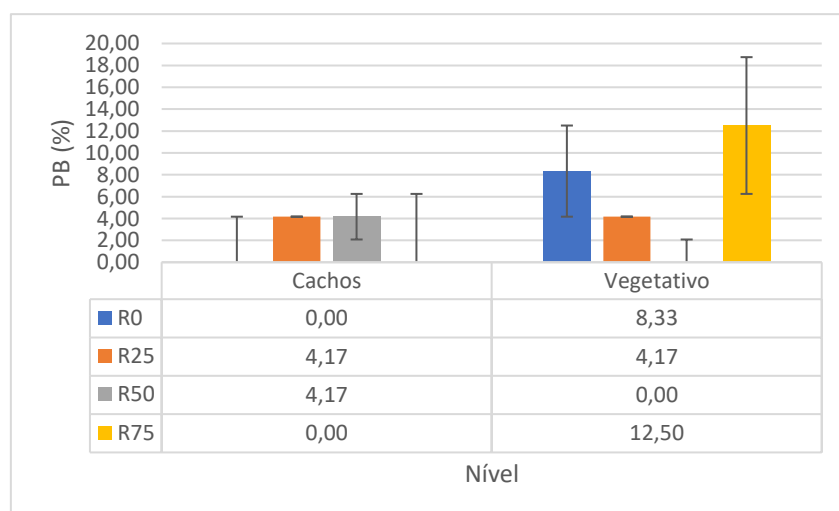


Figura 50: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação quinzenal (I15). Medição realizada a 19 de setembro de 2018

No ano de 2016, a percentagem de buracos existentes nas modalidades R0 e R25 foram de 13% e 4% respetivamente ao nível dos cachos. Já as restantes modalidades de rega não apresentavam % de buracos. Ao nível vegetativo também não eram apresentadas % de buracos.

No geral, podemos concluir que este ano a percentagem de buracos foi muito superior ao nível vegetativo, sendo que ao nível dos cachos demonstrou ser inferior.

Relativamente ao ensaio semanal (I8), é possível verificar que na medição efetuada a 26 de julho não foram registados buracos ao nível dos cachos, e que ao nível vegetativo só foram registados buracos nas modalidades R0 e R75 (Figura 51).

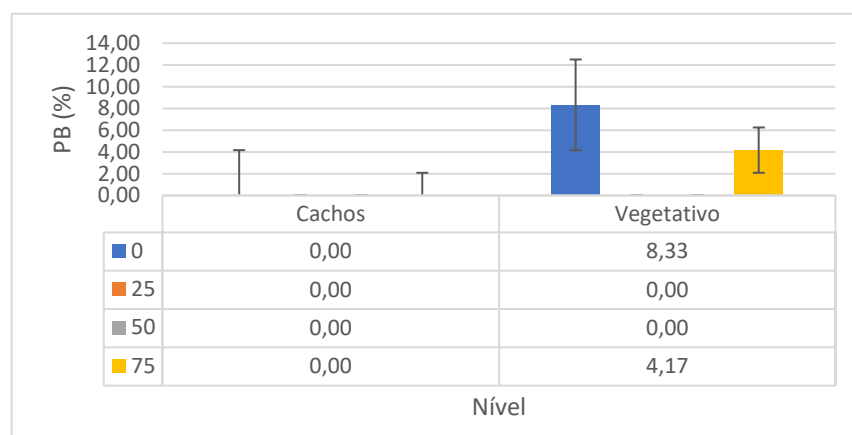


Figura 51: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 26 de julho de 2018

Já na medição efetuada a 19 de setembro, também não foram registados buracos ao nível dos cachos. No entanto, ao nível vegetativo, a percentagem de buracos aumentou em quase todas as modalidades, à exceção da modalidade R75 na qual a percentagem de buracos se manteve (Figura 52).

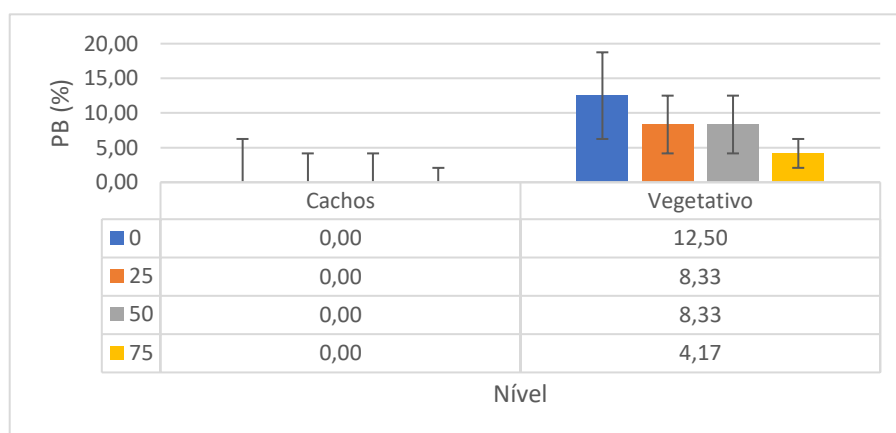


Figura 52: % Buracos nas quatro modalidades testadas, comparado ao nível dos cachos e ao nível vegetativo na irrigação semanal (I8). Medição realizada a 19 de setembro de 2018

Tal como na I15, a percentagem de buracos foi sempre inferior a 20%, sendo que só na modalidade R0, na medição efetuada a 19 de setembro, foi registada uma taxa superior a 10%, ou seja, nesta modalidade podem ter existido cachos murchos ou afetados por escaldão.

Através da observação da tabela 22, verificamos que a percentagem média de buracos aumentou nas modalidades R0 e R50, sendo que se manteve na modalidade R25 e que diminuiu na modalidade R75. No caso da diminuição do número de buracos, este pode ser explicado por esta medição ser aleatória e que, portanto, o local de inserção da vara possa ter mudado ligeiramente, fazendo com que não tenha sido registado nenhum buraco nesta modalidade. No entanto, e apesar da diferença verificada entre modalidades, esta não mostrou ser estatisticamente significativa.

Tabela 22: Diferenças observadas na Percentagem Buracos (PB), por modalidades na I15

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	4,17	0	0	2,08	n.s.
<i>19 de setembro</i>	6,25	0	4,17	0	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

4.4.2.2 Superfície foliar exposta

A superfície foliar exposta foi registada em dois momentos diferentes, no dia 26 de julho quando se observava o estado fenológico L (cacho fechado) e no dia 19 de setembro à vindima.

A Superfície Foliar Exposta típica por hectare, segundo Smart & Robinson (1991) em vinhas estreitas e baixas poderá rondar os 19 000 m² sendo que Carbonneau (1996) refere 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 e, o vigor será controlado por esse fenómeno. Outros autores, referem que os valores ótimos de SFE se situam nos 21 000 m²/ha, pois valores mais baixos indicam uma interceção da radiação solar incompleta (Smart R. D., 1990). Segundo Queiroz (2002), para a região do Douro, os valores de SFE rondam, em média, 15 000 m².

No presente estudo, os valores de SFE estão próximos de 15 000 m² na primeira medição e, diminuíram ligeiramente aquando a vindima. No entanto, não se verificam diferenças estatisticamente significativas (Tabela 23).

Tabela 23: Diferenças observadas na Superfície Foliar Exposta (SFE), na modalidade I15.

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	14 668	15 058	14 435	14 435	n.s.
<i>19 de setembro</i>	13 801	13 841	13 240	13 609	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

Relativamente ao ensaio semanal, I8, verificamos que os valores obtidos são próximos de 15 000 m² na primeira medição e que na segunda medição diminuíram ligeiramente, não se verificando, portanto, diferenças estatisticamente significativas (Tabela 24). Verificamos também que comparativamente com a I15, os valores são mais baixos na I8, com a exceção da modalidade R50 no dia 19 de setembro que é superior à obtida na mesma modalidade na I15.

Tabela 24: Diferenças observadas na Superior Foliar Exposta (SFE), na modalidade I8

<i>Dia</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>26 de julho</i>	13 990	13 743	14 016	13 873	n.s.
<i>19 de setembro</i>	12 969	13 040	13 404	12 791	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA).

4.5 Evapotranspiração e cálculo de rega

Com recurso à equação de Penman-Monteith foram obtidos os dados de ET_0 de forma a estudar a evapotranspiração. Como tal, foram utilizados os dados meteorológicos fornecidos pela estação meteorológica que se encontrava na Quinta da Cabreira. Estes dados variam ao longo do dia e dependem de diversos fatores tais como temperatura, precipitação ou intensidade do vento (Figura 53).



Figura 53: Variação da Evapotranspiração recolhida pela estação meteorológica presente na Quinta da Cabreira entre os meses de junho e setembro de 2018

Através dos dados de ET_0 e com o coeficiente de cultura (K_c) de 0,8, é possível calcular as necessidades reais de rega utilizando as seguintes fórmulas:

$$ETc(\text{últimos 15 dias}) = ET_0 \times K_c$$

$$Rega = (ETc - Precipitação) \times \% \text{ Evapotranspiração}$$

Neste estudo, K_s corresponde ao coeficiente desejado segundo 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%). Para além disso, a decisão de quando começar a regar baseou-se também nos valores do Potencial de Base (Ψ_b), que foram medidos na madrugada anterior à noite da rega e no estado vegetativo da planta. A rega foi iniciada analisando os dados da previsão de temperatura e quando os valores de Ψ_0 estavam próximos de -0,40 MPa que, segundo Carbonneau (1996), corresponde a um nível de *stress* hídrico moderado.

Tabela 25: 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 de rega	Dia	Irrigação	Precipitação (mm)	ETc (mm)	ETo (mm)	R25 (L)	R50(L)	R75 (L)	Tempo de rega
1	1 de agosto	I15 e I8	0	63,92	79,9	15,98	31,96	47,94	7h 59m
2	8 de agosto	I8	0	30,96	38,7	7,74	15,49	23,23	3h 53m
3	16 de agosto	I15 e I8	0	64,72	80,9	16,17	32,34	48,51	4h 49m
4	23 de agosto	I8	0	38,48	48,1	9,614	19,23	28,84	3h 26m
5	30 e 31 de agosto ¹	I15 e I8	2,8	29,68	37,1	6,85	13,71	20,56	3h 33m
Total			2,8			56,35	112,73	169,08	

As regas aconteceram a cada 15 dias no ensaio I15 e a cada 8 dias na I8, sendo que tiveram início no dia 1 de agosto e terminaram a 31 de agosto.

De acordo com a dotação a aplicar, o débito dos gotejadores e os dados da estação meteorológica foi possível calcular a dotação de rega em cada modalidade nos diferentes dias. Observando a tabela é possível notar que houve alguma precipitação no dia 30 de agosto, pelo que foi subtraído esse valor da Evapotranspiração da cultura (ETc).

4.6 Medições ecofisiológicas

Ao longo do ensaio foram realizadas medições ecofisiológicas, nomeadamente o potencial hídrico foliar de base e diário, a taxa de transpiração, a fotossíntese líquida e a condutância estomática.

¹ A 30 de agosto procedeu-se à rega do ensaio I15 e a 31 de agosto do ensaio I8.

4.6.1 Potencial Hídrico Foliar de Base

Segundo Lopes, *et al.*, (1998), a medição do Potencial Hídrico de Base é realizada antes do amanhecer, pois considera-se que é neste momento que existe um equilíbrio entre os potenciais hídricos das folhas e do solo, nas zonas de absorção sem existir radiação solar e transpiração e, conseqüentemente, a quantidade de água presente na videira equivale somente à água disponível no solo.

Assim, a medição do Potencial Hídrico de Base permite avaliar a condição hídrica das plantas antes do início da rega e também o impacto que a rega tem nessa condição. Ao longo do ensaio foram realizadas 9 medições, sendo que as duas primeiras foram efetuadas antes de se iniciar a rega e as restantes durante o período de rega (Tabela 26).

Tabela 26: Dias em que ocorreu a medição do Potencial Hídrico de Base e médias totais para cada dia (MPa), nas modalidades I15 e I8.

<i>Dia</i>	<i>I15</i>	<i>I8</i>
<i>12 de julho</i>	-0,221	-0,229
<i>26 de julho</i>	-0,367	-0,331
<i>9 de agosto</i>	-0,400	-0,342
<i>16 de agosto</i>	-0,510	-0,496
<i>30 de agosto</i>	-0,660	-0,585
<i>1 de setembro</i>	-0,413	-
<i>2 de setembro</i>	-	-0,370
<i>12 de setembro</i>	-0,465	-0,594

Tal como foi referido anteriormente, as regas foram iniciadas quando a média de valores obtidos se situava próxima de -0,40 MPa, o que corresponde a um nível de *stress* hídrico moderado. Segundo Prichard, *et al.*, (2004), um nível de *stress* moderado é favorável em castas tintas pois pode promover a qualidade dos mostos.

A figura 54, apresenta a evolução dos valores médios do Potencial Hídrico de Base (Ψ_b) para cada modalidade ao longo dos dias de medição na I15. Através da observação do mesmo verificamos que os valores entre modalidades são próximos nas duas primeiras medições (12 e 26 de julho), sendo que nas seguintes medições os valores se encontram mais dispares. Deste modo, verificamos que as diferenças se começaram a notar aquando o início das irrigações. É de notar que a 1 de setembro, após a rega, os valores médios do Ψ_b nas modalidades com rega tinham valores praticamente iguais notando-se uma diferença grande entre estas e a modalidade sem rega.

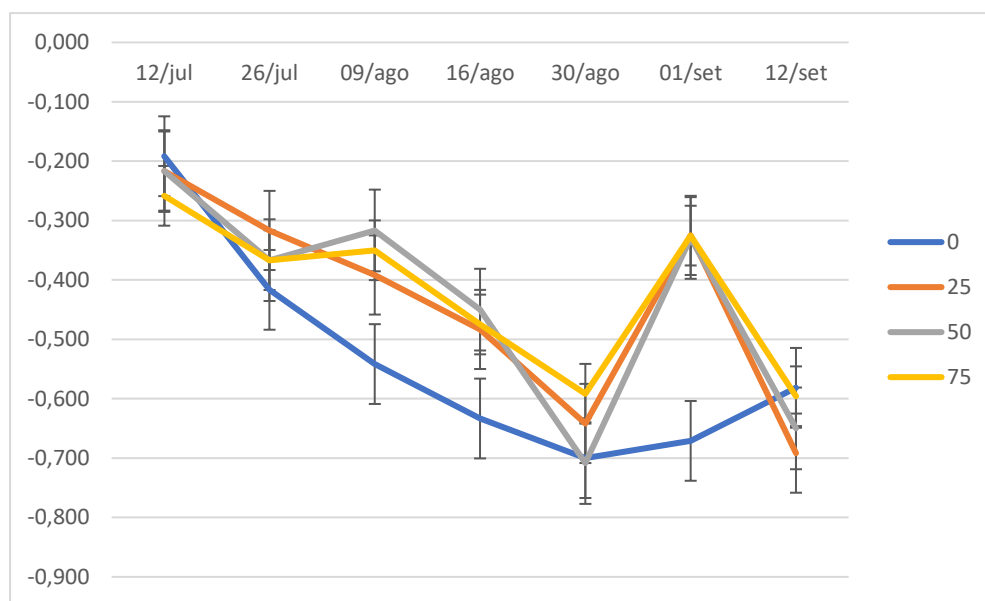


Figura 54: Valores médios de Potencial Hídrico Foliar de Base de cada modalidade nos diferentes dias de medição, na I15.

Analisando a tabela 27, ao longo do tempo, verifica-se um aumento do potencial hídrico, sendo que é observado um *stress* severo na modalidade R0 a partir de 9 de agosto e a partir de 16 de agosto nas restantes modalidades. a partir da medição efetuada a 26 de julho já se notavam algumas diferenças entre as modalidades regadas e as não regadas. Esta diferença manteve-se, sensivelmente, até 30 de agosto. Na medição feita após a rega, a 1 de setembro, verificamos que as modalidades regadas apresentam valores de *stress* iguais (*stress* suave) e que a modalidade não regada apresenta o dobro do valor do Ψ_b em relação às modalidades com rega. Na medição efetuada a 12 de setembro, mais próxima à vindima, verificamos que a modalidade com um potencial hídrico superior era a R25, e a modalidade com menor potencial hídrico era a R0. Deste modo, podemos concluir que, na última medição, as modalidades com maior dotação de rega foram as que mais sofreram com a falta de água, e que as

modalidades com menor irrigação ou com a inexistência dela se adaptam mais rapidamente aquando a falta deste recurso.

Tabela 27: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, na modalidade I15.

<i>Data</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>12 de julho</i>	-0,19	-0,22	-0,22	-0,26	n.s.
<i>26 de julho</i>	-0,42	-0,37	-0,37	-0,32	n.s.
<i>9 de agosto</i>	-0,54	-0,39	-0,32	-0,35	n.s.
<i>16 de agosto</i>	-0,63	-0,48	-0,45	-0,48	n.s.
<i>30 de agosto</i>	-0,70	-0,64	-0,71	-0,60	n.s.
<i>1 de setembro</i>	-0,67a	-0,33b	-0,33b	-0,33b	*
<i>12 de setembro</i>	-0,58	-0,69	-0,65	-0,60	n.s.

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

Em termos de análise estatística dos resultados, esta demonstrou a ausência de diferenças significativas entre modalidades em quase todo o ciclo, exceto na medição efetuada a 1 de setembro, após a rega, na qual a modalidade sem rega é diferente das modalidades regadas.

Por outro lado, foram registadas diferenças significativas entre blocos nos dias 12 de julho, 30 de agosto e 12 de setembro. Na primeira medição existiam diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 2 e 3, e nas restantes medições foram encontradas diferenças entre os blocos 1 e 3 (Tabela 28).

Tabela 28: Valores médios do Potencial Hídrico de Base (MPa) nos diferentes dias por blocos na I15.

<i>Data/bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>12 de julho</i>	-0,21 ab	-0,19 b	-0,26 a	*
<i>26 de julho</i>	-0,31	-0,37	-0,42	n.s.
<i>9 de agosto</i>	-0,47	-0,33	-0,39	n.s.
<i>16 de agosto</i>	-0,48	-0,46	-0,59	n.s.
<i>30 de agosto</i>	-0,75 a	-0,57 ab	-0,66b	*
<i>1 de setembro</i>	-0,41	-0,33	-0,50	n.s.
<i>12 de setembro</i>	-0,55 a	-0,61 ab	-0,73 b	*

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

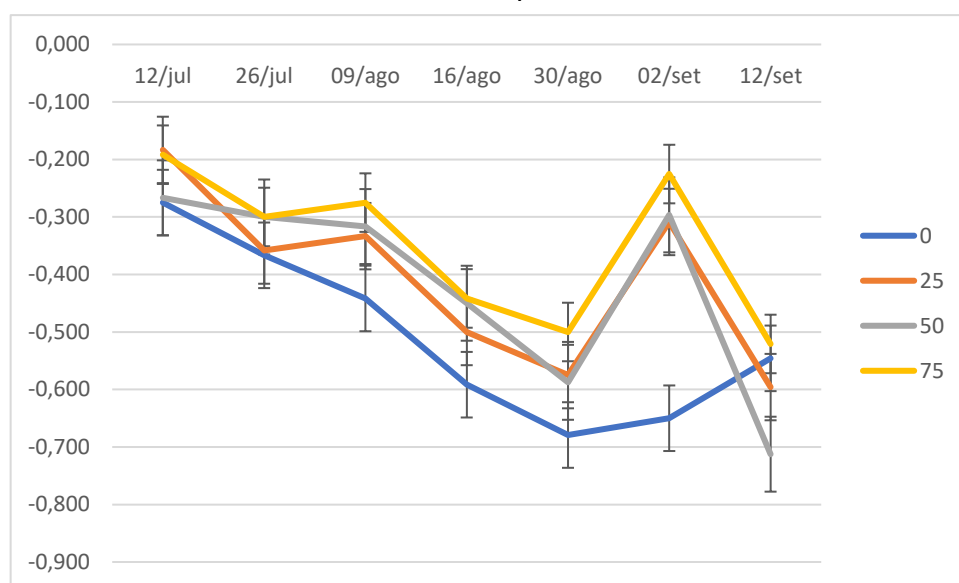
Em 2016, a rega foi iniciada a 20 de julho, quando a 15 de julho já apresentavam valores de cerca de -0,40 MPa. Nesse ano, nas três primeiras medições, efetuadas a 15 julho, 3 de agosto e 12 de agosto as modalidades registavam poucas variações, com valores entre os -0,40 e os -0,50 MPa. No entanto, na última medição efetuada a 31 de agosto, foi possível verificar o efeito das diferentes dotações de rega dado que o potencial hídrico foliar diminuía à medida que se aumenta a irrigação, ou seja, R0 tem um potencial maior e R75 tem valores menores. Por outro lado, em 2015, os níveis de stress hídrico mostraram-se mais negativos, chegando aos -1,00 MPa. Cabral (2017) justifica essa diferença entre estes dois primeiros anos de estudo com as chuvas tardias que se fizeram sentir no ano de 2016 (Cabral, 2017).

A figura 55, apresenta a evolução dos valores médios do Potencial Hídrico de Base (Ψ_b) para cada modalidade ao longo dos dias de medição na I8. Através da observação da mesma verificamos que se notam diferenças mais acentuadas entre as modalidades regadas e a não regada a partir da medição efetuada a 9 de agosto, ou seja, após o início das regas. Essa diferença é notória até ao final do período de irrigação, sendo que na última medição, efetuada mais próxima da vindima, a

modalidade sem rega apresenta um nível de *stress* hídrico menor em relação a modalidades regadas, como é o caso da R25 e R50.

Através da mesma figura (figura 55), é possível verificar as diferenças entre modalidades na medição feita após a rega (2 de setembro). Verificamos que a modalidade com maior dotação de rega (R75) era a que apresentava um valor médio de Ψ_b mais baixo, sendo que as restantes modalidades regadas apresentavam um valor médio de Ψ_b similar entre si e mais elevado do que R75. É também de notar a diferença abrupta entre as modalidades regadas e a não regada.

Analisando a tabela 29, referente ao potencial hídrico foliar de base na I8,



verifica-se no geral um aumento dos potenciais ao longo do tempo, verificando-se *stress*

Figura 55: Evolução dos valores médios do Potencial Hídrico de Base (Ψ_b) para cada modalidade ao longo dos dias de medição na I8

severo nas modalidades R0 e R25 a partir de 16 de agosto, e nas modalidades R50 e R75 a partir de 30 de agosto. Na medição feita após a rega, a 2 de setembro, verificamos que as modalidades regadas apresentavam valores de *stress* bastante próximos (*stress* suave) enquanto que a modalidade não regada apresentava um valor de Ψ_b bastante superior ao verificado nas modalidades com rega. Na medição efetuada mais próxima da vindima, verificamos que é a modalidade R50 que apresenta um potencial superior e a R75 a que apresenta um potencial hídrico foliar de base menor. No entanto, não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas quer entre modalidades, quer entre blocos.

Tabela 29: Potencial Hídrico Foliar de Base para cada modalidade nas diferentes datas, correspondentes ao dia anterior à rega, na modalidade I8.

<i>Data</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig</i>
<i>12 de julho</i>	-0,275	-0,183	-0,267	-0,192	n.s.
<i>26 de julho</i>	-0,367	-0,358	-0,300	-0,300	n.s.
<i>9 de agosto</i>	-0,441	-0,333	-0,317	-0,275	n.s.
<i>16 de agosto</i>	-0,592	-0,500	-0,450	-0,442	n.s.
<i>31 de agosto</i>	-0,679	-0,575	-0,588	-0,500	n.s.
<i>2 de setembro</i>	-0,65a	-0,31b	-0,30b	-0,23b	***
<i>12 de setembro</i>	-0,546	-0,596	-0,713	-0,521	n.s.

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

Comparando estes resultados com os obtidos na I15, verificamos que a partir da medição efetuada a 9 de agosto, os valores observados na I8 são geralmente menos negativos do que os observados na I15. Nas medições efetuadas após a rega observamos a mesma tendência nos dois ensaios, ou seja, a modalidade sem rega apresenta valores superiores em relação às modalidades regadas, mostrando-se estatisticamente diferentes. No entanto, na medição a 12 de setembro, destaca-se a modalidade R50 da I8, por ter um valor mais negativo do que a mesma modalidade na I15.

4.6.2 Potencial Hídrico Foliar Diário

O Potencial Hídrico Foliar Diário foi monitorizado em dois momentos diferentes, antes da rega e depois da rega, nos dias 30 de agosto e 1 de setembro na irrigação quinzenal e, nos dias 31 de agosto e 2 de setembro na irrigação semanal.

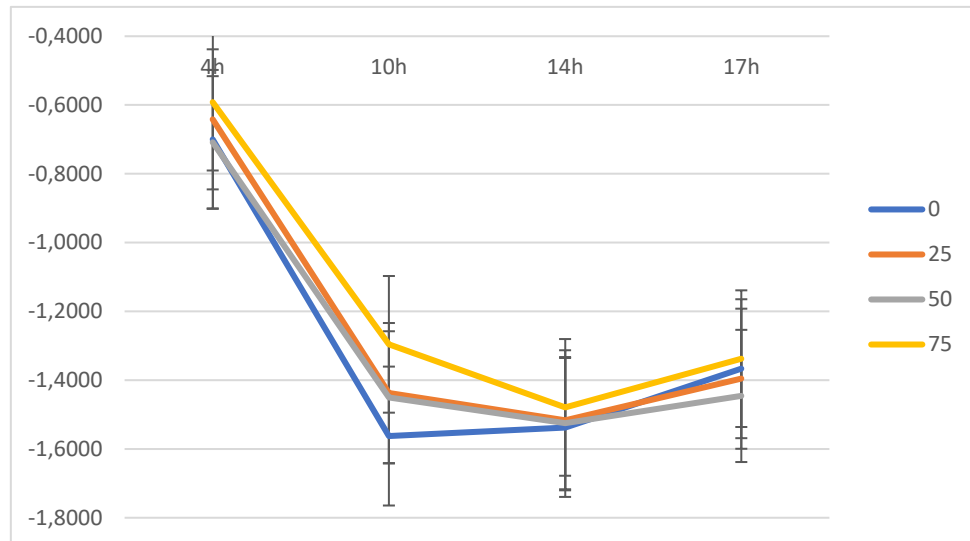


Figura 56: Potencial Hídrico Diário médio antes da rega. Registado no dia 30 de agosto no ensaio I15.

Tal como se verifica nos gráficos das figuras 56 e 57, devido ao aumento da temperatura e, consequentemente da radiação e das perdas hídricas por transpiração, o Potencial Hídrico aumenta desde a medição das 4h até à medição das 14h. Após esta medição, na medição ao final da tarde é observada uma ligeira diminuição desses valores.

Comparando as figuras 56 e 57, verificamos que a rega teve algum impacto nas medições antes do amanhecer e nas medições da manhã (10h). No entanto, é possível verificar que os valores obtidos nas medições das 14h e das 17h após a rega estão equivalentes às medições antes da rega. Isto pode ser explicado pelas altas temperaturas que se faziam sentir na altura das medições.

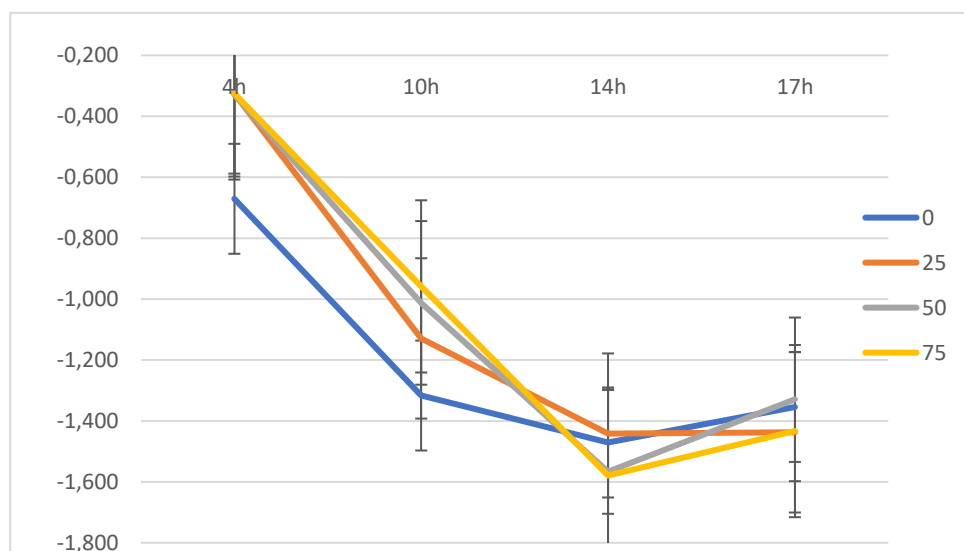


Figura 57: Potencial Hídrico Diário médio depois da rega. Registado no dia 1 de setembro no ensaio I15.

Pela observação da tabela 30, verificamos que as videiras se encontravam em stress severo em quase todas as ocasiões, excetuando nas medições antes do amanhecer onde antes da rega (30 de agosto) as videiras se encontravam com stress moderado a severo e depois da rega (1 de agosto) encontravam-se com stress moderado. Verifica-se, também, que as diferenças são estatisticamente significativas em dois momentos: às 10h na medição antes da rega, na qual a modalidade sem rega é diferente da modalidade R75; e às 4h na medição depois da rega, na qual a modalidade sem rega apresenta um Ψ_b inferior ao das modalidades com rega. Verifica-se também que após rega, os potenciais se mantiveram inferiores até à medição das 10h, sendo que após isso as videiras rapidamente voltaram a experienciar valores de défice hídrico semelhantes aos obtidos no dia anterior à rega.

Tabela 30: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado antes e depois da rega em diferentes horas, nas diferentes modalidades na I15.

<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i>
<i>30 de agosto</i>	4h	-0,70	-0,64	-0,71	-0,59	n.s.
	10h	-1,56 a	-1,44 ab	-1,45 ab	-1,30 b	**
	14h	-1,54	-1,52	-1,53	-1,48	n.s.
	17h	-1,37	-1,40	-1,45	-1,34	n.s.
<i>1 de setembro</i>	4h	-0,67 a	-0,33 b	-0,33 b	-0,33 b	*
	10h	-1,32	-1,13	-1,01	-0,96	n.s.
	14h	-1,47	-1,51	-1,57	-1,58	n.s.
	17h	-1,35	-1,44	-1,33	-1,43	n.s.

(1)Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “*” – $p < 0,05$. “***” – $p < 0,01$

Em relação aos blocos, verificam-se diferenças estatisticamente significativas na medição antes da rega ao amanhecer e a meio da manhã. Na primeira, o bloco 1 difere

dos blocos 2 e 3, e na segunda, na medição a meio da manhã (10h), o bloco 1 difere do bloco 3 (Tabela 31).

Tabela 31: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em horas diferentes.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig</i>
30 agosto (4h)	-0,75 a	-0,57 b	-1,30 b	**
30 agosto (10h)	-1,37 a	-1,43 ab	-1,51b	*

(¹)Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “**” – $p < 0,05$. “***” – $p < 0,01$

Em 2016, os valores obtidos no potencial hídrico diário mostraram ser ligeiramente inferiores aos obtidos no presente ano, com potenciais de madrugada por volta dos -0,20 e os -0,50 MPa, e ao final da tarde (17h) com valores nunca superiores a -1,40 MPa. Os valores obtidos pós-rega, ao amanhecer, mostraram uma diferenças entre modalidades com -0,23 MPa na modalidade R75, a R0 com cerca de -0,50 e as modalidades R25 e R50 com valores próximos de -0,40.

Por outro lado, em 2017 foram, no geral, observados valores de potenciais hídricos de base mais elevados, com valores compreendidos entre -0,8 e -1,1 MPa para R0, entre -0,45 e -0,65 MPa para R25, entre -0,42 e -0,51 MPa para R50 e entre -0,38 e -0,53 MPa para R75. Nas restantes medições ao longo do dia, os valores obtidos foram equivalentes aos do presente ano.

Através das figuras 58 e 59 podemos observar a evolução do potencial hídrico foliar ao longo do dia, antes e depois da rega, na I8.

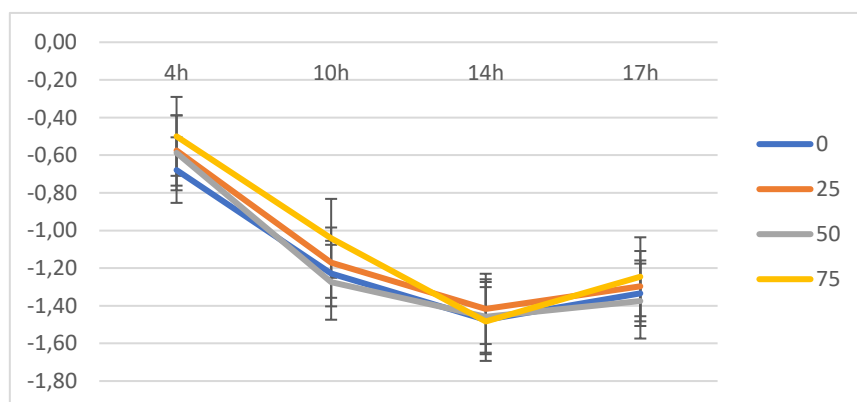


Figura 58: Potencial Hídrico Diário médio antes da rega. Registado no dia 31 de agosto, na I8.

Comparando as duas figuras, verificamos que tal como na I15 a rega teve algum impacto nas medições antes do amanhecer e nas medições da manhã (10h). É, também, possível verificar que os valores obtidos nas medições das 14h e das 17h após a rega estão bastante próximos aos valores obtidos nas medições antes da rega. Como tal, as altas temperaturas que se faziam sentir na altura das medições podem ser a explicação para tal acontecimento.

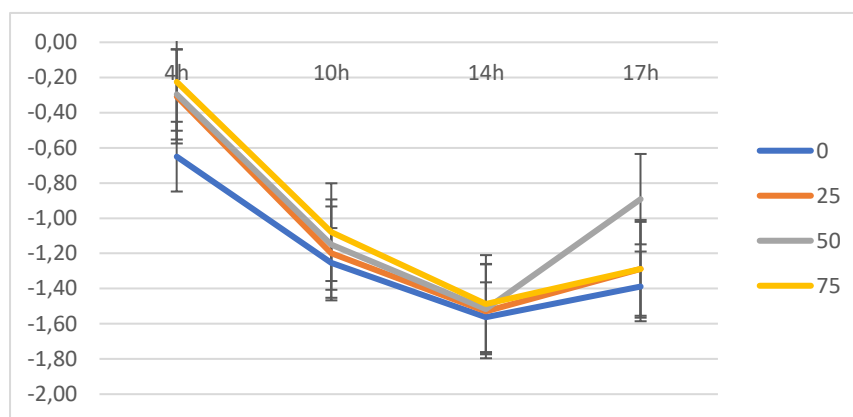


Figura 59: Potencial Hídrico Diário médio depois da rega. Registado no dia 2 de setembro, na I8.

Pela observação da tabela 32, verificamos que as videiras se encontravam em stress severo em quase todas as ocasiões, excetuando nas medições antes do amanhecer onde antes da rega (31 de agosto) as videiras se encontravam com stress moderado a severo e depois da rega (2 de agosto) encontravam-se com stress moderado nas modalidades regadas, sendo que na modalidade não regada esta se encontrava em stress severo. Verifica-se, também, que as diferenças são estatisticamente significativas apenas na medição das 4h depois da rega, na qual a modalidade sem rega é diferente das modalidades com rega. Verifica-se também que após rega, os potenciais medidos às 10h já e mostravam superiores aos registados antes da rega à mesma hora, exceto na modalidade R50 em que o valor é ligeiramente mais baixo. Após esta medição, os potenciais são ainda mais negativos do que os medidos às mesmas horas antes de se efetuar rega.

Tabela 32: Potencial Hídrico Foliar Diário médio registado antes e depois da rega em diferentes horas, nas diferentes modalidades na I8.

<i>Data</i>	<i>Hora</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Sig.</i> ⁽¹⁾
<i>31 de agosto</i>	4h	-0,68	-0,58	-0,59	-0,50	n.s.
	10h	-1,23	-1,17	-1,28	-1,04	n.s.
	14h	-1,48	-1,42	-1,46	-1,46	n.s.
	17h	-1,33	-1,30	-1,38	-1,25	n.s.
<i>2 de setembro</i>	4h	-0,65 a	-0,31 b	-0,30 b	-0,23 b	***
	10h	-1,25	-1,20	-1,13	-1,08	n.s.
	14h	-1,56	-1,59	-1,52	-1,55	n.s.
	17h	-1,39	-1,29	-1,38	-1,29	n.s.

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

Em relação aos blocos, apenas se verificam diferenças estatisticamente significativas entre o bloco 1 e os blocos 2 e 3, na medição efetuada às 17 horas após a rega (Tabela 33).

Tabela 33: Diferenças estatisticamente significativas entre blocos em 1 de setembro.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Sig</i>
<i>1 de setembro (17h)</i>	-1,51 a	-1,30 b	-1,20 b	**

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

4.6.3 Trocas gasosas ao nível dos estomas

Como referido anteriormente, as medições das trocas gasosas foram efetuadas recorrendo ao dispositivo IRGA (Infrared Gas Analyzer). As medições foram efetuadas no dia 19 de setembro, em três momentos diferentes ao longo do dia, às 10h, às 14h e

às 17h. No entanto, devido a erros do aparelho não foi possível obter os resultados esperados.

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

A qualidade da uva é determinada durante o período da maturação (desde a fase de pintor até à vindima). Assim, a qualidade da uva, mosto e vinho dependem das condições em que a atividade fotossintética se desenrola durante este período e da duração da mesma. É neste período que acontecem diversos fenómenos ao nível da película e da polpa tais como a acumulação de açúcares e compostos fenólicos e diminuição de ácidos orgânicos e, no final da maturação, acumulação de compostos aromáticos (Ribéreau-Gayon, *et al.*, 1998; Hidalgo, 1999). Segundo Magalhães (2008), a conjugação de condições de défice hídrico e de elevadas temperaturas permitem um aumento da síntese de compostos aromáticos que por sua vez levam a uma mais rápida destruição dos mesmos por oxidação e, por conseguinte, a vinhos de caráter mais pesado e menos florais.

Ao longo deste ensaio foram realizadas quatro medições, nos dias 2, 6, 14 e 19 de setembro, de modo a monitorizarem-se parâmetros qualitativos tais como: Álcool Provável (%), pH, Acidez Total (g/L), Ácido Málico (g/L), Antocianinas (mg/L) e Polifenóis (mg/L). Estes parâmetros foram, também, verificados aquando a vindima do ensaio, realizada no dia 19 de setembro.

4.7.1 Composição dos mostos

Álcool Provável (%)

Os gráficos das figuras 60 e 61 representam a evolução do álcool provável (%) nas diferentes modalidades, entre os dias em que se realizou o controlo de maturação e o dia em que se realizou a vindima nas diferentes modalidades de rega.

Através da observação da figura 60, verificamos que existe um aumento constante da percentagem de álcool, exceto no controlo de 6 de setembro no qual o valor se manteve igual nas modalidades R0 e R75. Contudo, a diferença entre modalidades não é muito perceptível. As modalidades que apresentam maior percentagem de álcool provável são a R25 seguida da R75, e a que apresenta menor

valor é a modalidade R50. No entanto, estatisticamente não foram encontradas diferenças significativas por modalidades e por blocos.

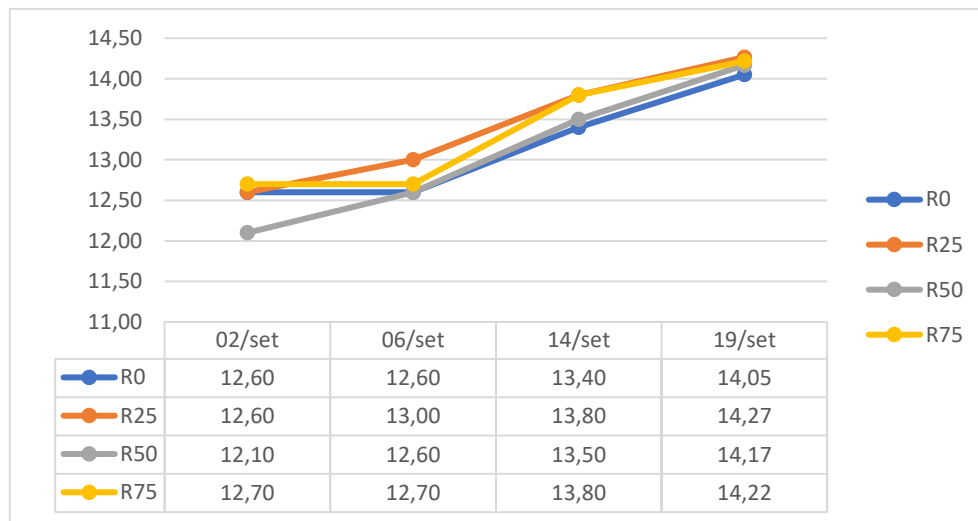


Figura 60: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro, na I15. Dados estatisticamente não significativos.

Os valores obtidos em 2016 foram ligeiramente diferentes aos obtidos no presente ano. No entanto, tal como em 2018, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em 2016. Os valores rondaram entre os 14,13 e os 14,53, sendo eles, no geral, superiores aos obtidos no presente ano.

Já no ano de 2017, as modalidades que obtiveram os valores mais altos em percentagem de álcool provável coincidiram com as do presente ano, R25 seguida de R75. No entanto, a modalidade com menor percentagem de álcool provável diferiu, sendo, portanto, a modalidade R0. Em concordância com os valores obtidos em 2016, em 2017 a percentagem de álcool provável obtida foi, também, superior à obtida em 2018. À vindima, a modalidade que apresentou um valor mais baixo foi a R75 com 15,10 e a que apresentou um valor mais elevado foi a R50 com 15,80, tendo as restantes modalidades apresentado valores de 15,60 % de álcool provável.

Através da observação da figura 61, referente a I8, verificamos que existe sempre um aumento em todas as modalidades ao longo das medições e que a modalidade R50 apresenta sempre valores de álcool provável superiores aos das restantes modalidades, exceto na medição a 14 de setembro em que R0 tem o mesmo valor. No entanto, na última medição a diferença entre modalidades é pouco acentuada. Como tal, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quer por blocos, quer por modalidades.

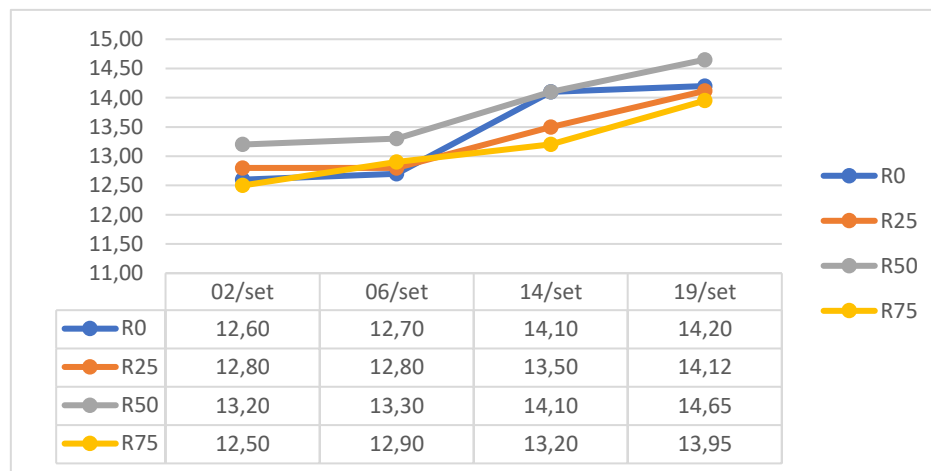


Figura 61: Evolução do Álcool Provável (%) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro, na I8. Dados estatisticamente não significativos.

Comparando os valores obtidos nas duas irrigações, no geral os valores da modalidade R25 são inferiores na I8, os valores na R50 são superiores na I8 e na R75 os valores são superiores na I15. Verificamos também, que à vindima, os valores de álcool provável obtidos nas modalidades R0 e R50 são superiores na irrigação semanal, e que o álcool provável é superior na irrigação quinzenal nas modalidades R25 e R75, ainda que os valores obtidos à vindima sejam muito próximos nas duas irrigações.

pH

Na região do Douro Superior, dado que é considerada uma zona com temperaturas elevadas, existe uma maior oxidação dos ácidos presentes nos bagos e, consequentemente, um aumento dos valores de pH. Segundo a bibliografia, os valores de referência para o pH dos bagos são 2,3-2,9 na fase do pintor e 3,2-4,0 na fase de maturação (Champagnol, 1984). Alguns autores referem que valores de pH muito elevados originam instabilidade microbiológica, influenciando a cor do vinho, a fermentação malolática, aroma e estabilidade de proteínas e metais (Peynaud, 1972).

O gráfico presente na figura 62 representa a evolução do pH em I15. É de notar que da primeira para a segunda medição existiu uma diminuição geral do pH e que seguidamente aumenta para valores mais superiores nas seguintes medições.

As modalidades mostraram um comportamento semelhante em todas as medições, sendo que no controlo de maturação feito à vindima a modalidade com pH mais elevado foi a R75 e a modalidade que apresentou o valor mais baixo foi a R0. Os valores apresentados em todas as modalidades mostram estar nos intervalos de referência de Champagnol (1984).

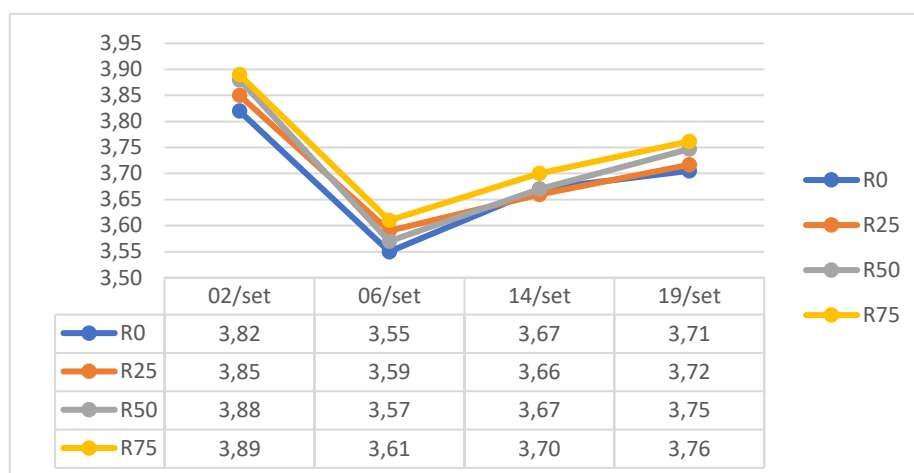


Figura 62: Evolução do pH entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.

Estatisticamente, foram encontradas diferenças significativas por blocos nas medições efetuadas à vindima, no dia 19 de setembro. Através da tabela 34, verificamos que os blocos 2 e 3 são diferentes. Por modalidades não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 34: Diferenças observadas no pH entre blocos, na I15.

Bloco	1	2	3	Sig
9 de setembro	3,73 ab	3,69 a	3,78 b	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “**” – $p < 0,05$

Os dados apresentados estão em concordância com os observados por Cabral (2017) no ano de 2016, onde os valores oscilaram entre 3,65 e 3,73 na última medição. Em 2016 não foram observadas diferenças significativas.

Já em 2017, os valores de pH observados foram ligeiramente superiores, com 3,86 na R75 e 3,79 na R0 antes da vindima. Já na vindima os valores obtidos foram de um pH de cerca de 4 em todas as modalidades não havendo diferenças significativas entre modalidades.

Na figura 63 está representada a evolução do pH na I8. É de notar que da primeira para a segunda medição existiu uma diminuição geral do pH e que após essa medição os valores de pH vão aumentando gradualmente. No geral, os valores de pH são muito próximos entre modalidades, destacando-se a modalidade R50 que a partir

de dia 14 apresenta valores de pH mais elevados que as restantes modalidades. No entanto, e apesar destas ligeiras diferenças, estas não são estatisticamente significativas, quer por blocos, quer por modalidades.

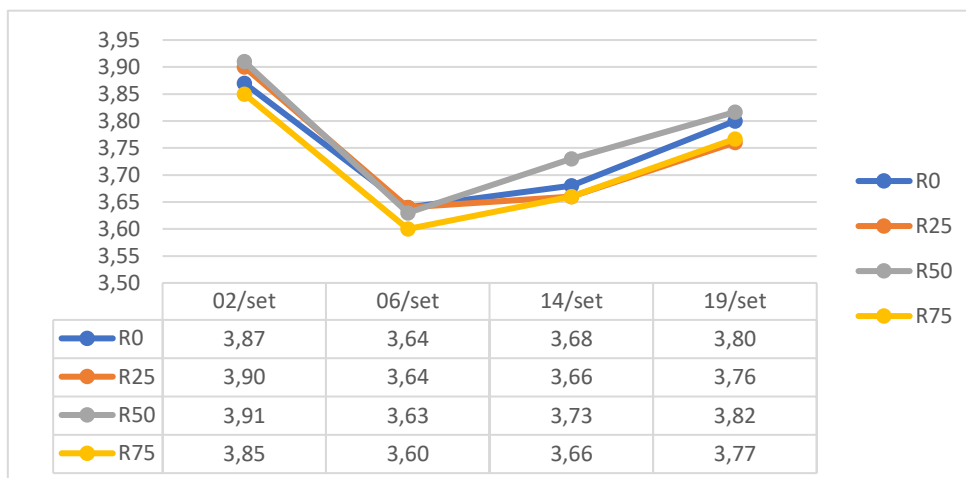


Figura 63: Evolução do pH entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos

Acidez Total (g/L)

Segundo Trujillo *et al.*, (2007), a variação na Acidez Total (g/L) ocorre essencialmente devido à variação e degradação dos ácidos málico e tartárico.

O gráfico da figura 64, representa a evolução da Acidez Total (g/L) nas diferentes modalidades, na I15. Verifica-se que em todas as modalidades houve um aumento da primeira para a segunda medição e, que, após isso houve um pequeno decréscimo até ao dia da vindima. À vindima observamos que o valor da acidez total nas modalidades R0 e R25 são iguais, sendo estas modalidades que têm o valor mais elevado, e a modalidade com o valor mais baixo é a R50.

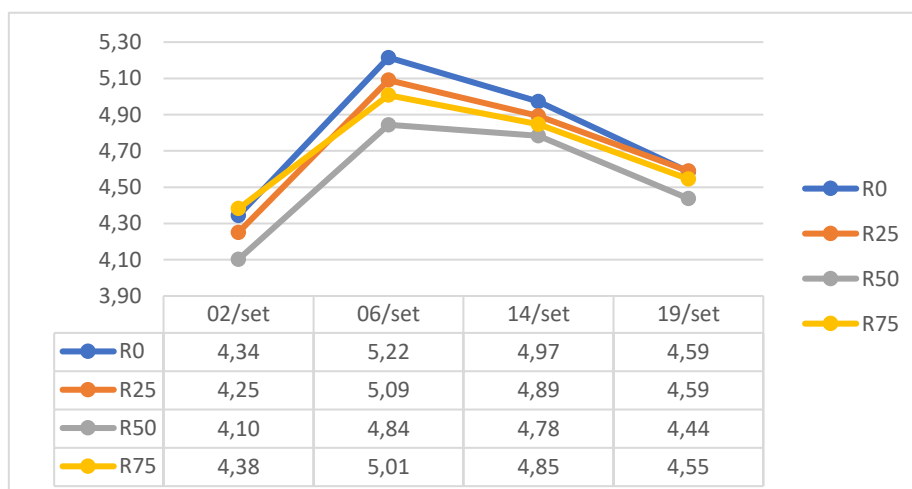


Figura 64: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos

Estatisticamente não foram observadas diferenças significativas nem por modalidades, nem por blocos.

Em 2016, os dados registados foram ligeiramente superiores, no entanto existe uma correlação nos dados pois, também em 2016, a modalidade R50 foi a que apresentou valores de acidez total inferiores às restantes modalidades. No entanto, também estes dados não foram estatisticamente significativos.

Já em 2017, os dados obtidos antes da vindima mostraram ser ligeiramente inferiores aos obtidos no presente ano. No entanto, à vindima os valores de acidez total foram superiores aos de 2018. Nesse ano, a modalidade com um valor mais baixo foi a R0 e a modalidade que apresentou valores de acidez total superiores foi a R75.

Na figura 65, está representada a evolução da Acidez Total (g/L) nas diferentes modalidades, na I8. Verifica-se que, tal como observado na I15, existe uma tendência para um aumento entre as duas primeiras medições e após isso uma diminuição da acidez total. À vindima, 19 de setembro, verificamos que os valores de acidez total são todos muito próximos, mas inferiores aos observados na I15.

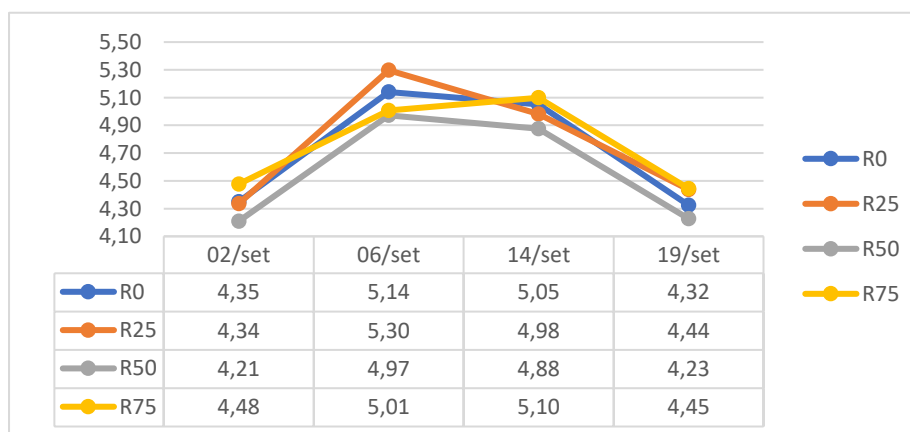


Figura 65: Evolução da Acidez Total (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos

Relativamente à análise estatística, na I8, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas por modalidades. No entanto, por blocos observou-se que o bloco 3 difere dos blocos 1 e 2, sendo o bloco 3 o que detém um valor de acidez total mais baixo (Tabela 35)

Tabela 35: Diferenças observadas na Acidez Total (g/L) entre blocos, na I8

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Acidez Total (g/L)	4,48 a	4,46 a	4,14 b	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “*” – $p < 0,05$

Ácido Málico (g/L)

Segundo Trujillo, *et al.*, (2007) o ácido málico possui geralmente uma maior concentração no início da maturação. Este valor mais elevado poderá estar associado a uma síntese de maior intensidade durante a fase de crescimento vegetativo que contribui para melhorar os processos de acumulação e reduzir as perdas que ocorrem durante a maturação via diluições. 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 (Champagnol, 1984).

Os valores do gráfico da figura 66, referentes à evolução do ácido málico na I15, estão em concordância com o referido anteriormente, na qual existe uma diminuição dos valores nas modalidades, exceto na modalidade R50 que aumenta ligeiramente nas duas últimas medições.

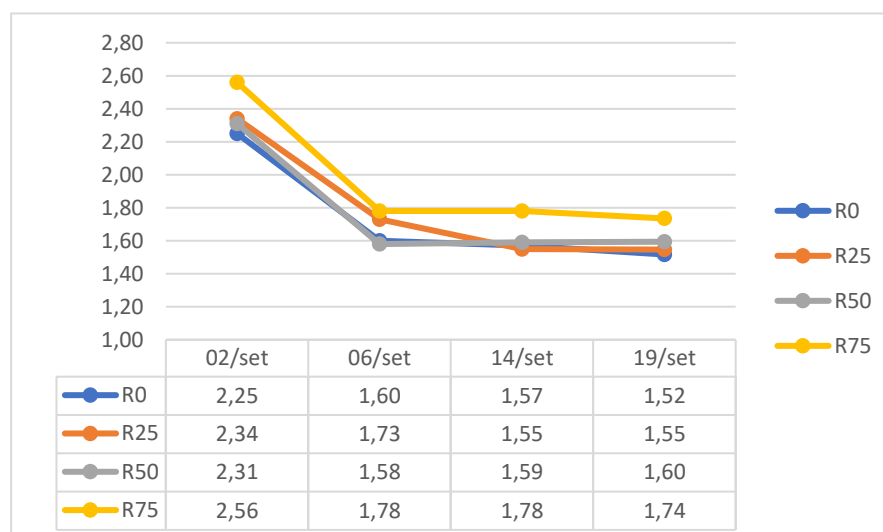


Figura 66: Evolução do Ácido Málico (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos

Os dados obtidos não se mostraram estatisticamente significativos, no entanto verificamos que à vindima o teor de ácido málico aumenta com o aumento de rega, ou seja, o menor valor pertence à modalidade R0 e o maior pertence à modalidade R75.

No ano de 2016, os valores obtidos para o ácido málico foram ligeiramente superiores. Sendo que R75 registou o valor mais elevado com 1,90 e a modalidade R25 registou o menor valor com 1,70.

No ano de 2017, os valores obtidos até à vindima foram superiores aos obtidos no presente ano, com valores médios de 2,46 em R75, e 1,94 em R0. Já à vindima, os resultados mostram ser pouco diferentes, sendo que R75 tinha um teor de 1,68, com o valor mais elevado e R0 detém o valor mais baixo com 1,53. É de notar, a pequena

diferença nas restantes modalidades nas quais R25 teve um teor de 1,58 e R50 um valor de 1,55.

Na figura 67, estão representados os valores referentes à evolução do ácido málico na I8. Estes demonstram igualmente uma diminuição do valor entre a primeira e a segunda medição, sendo que após isso os valores estabilizam. Tal como verificado na I15, a modalidade R50 na I8 também aumenta ligeiramente nas duas últimas medições. No entanto esta diferença não é estatisticamente significativa, quer por modalidades, quer por blocos.

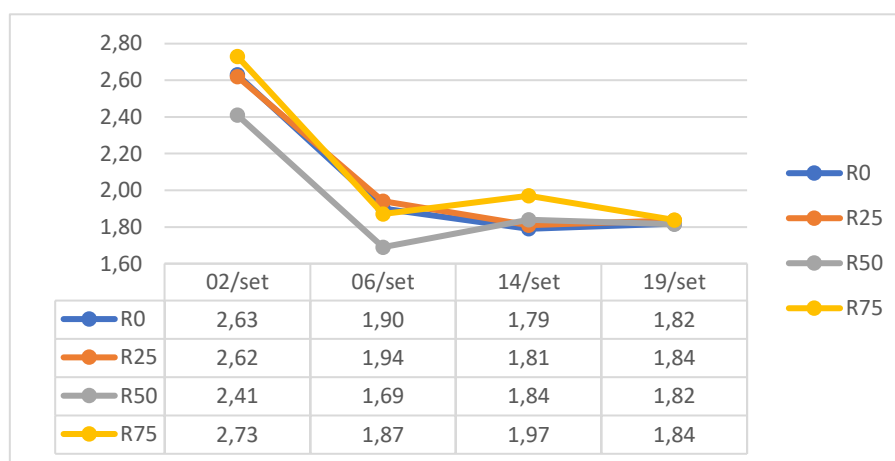


Figura 67: Evolução do Ácido Málico (g/L) entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos

O índice de maturação apresentado nas figuras 68 e 69, permite verificar a evolução entre a relação de açúcares/acidez nas irrigações quinzenal e semanal. Na I15 (Figura 68), na medição a 6 de setembro, o álcool provável diminuiu ligeiramente e a acidez total aumentou, então o índice de maturação diminuiu ligeiramente. Na medição à vindima, a percentagem de álcool provável aumentou e a acidez total diminuiu, observamos então que o índice de maturação aumentou. Desta forma, podemos concluir que quanto maior for a percentagem de álcool provável, maior vai ser o índice de maturação.

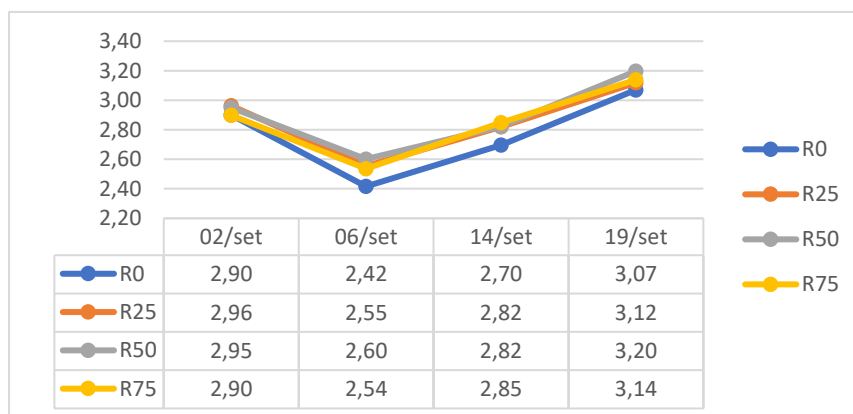


Figura 68: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 12 e 19 de setembro na I15. Dados não analisados estatisticamente.

Já na I8, tal como se observa na figura 69 existe uma diminuição em todas as modalidades da primeira para a segunda medição, sendo que após isso o índice de maturação aumenta. No geral, a I8 segue a mesma tendência observada na I15. Comparando as duas irrigações, é de notar que à vindima os índices de maturação apresentados na I8 foram sempre superiores aos verificados na I15.

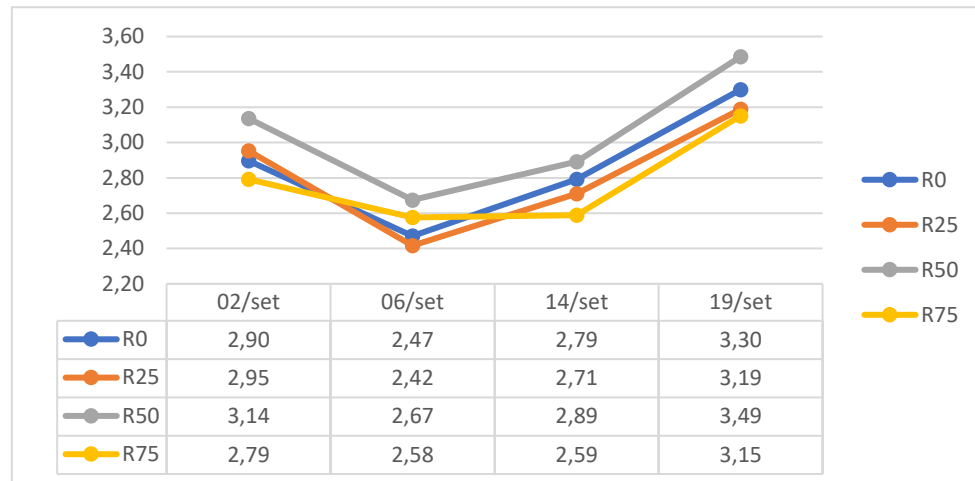


Figura 69: Índice de Maturação, calculado a partir do Álcool Provável e da Acidez Total entre os dias 12 e 19 de setembro na I8. Dados não analisados estatisticamente.

Antocianas (mg/L)

O gráfico presente na figura 70 representa a evolução das antocianas entre os dias 2 de setembro e 19 de setembro (à vindima). Ao observarmos o gráfico verificamos que existiram oscilações no teor de antocianas durante este período. O valor desceu a pique da primeira para a segunda medição, na terceira medição voltou a subir e à vindima o valor de antocianas desceu ligeiramente, sendo que isto aconteceu em todas as modalidades sem exceção.

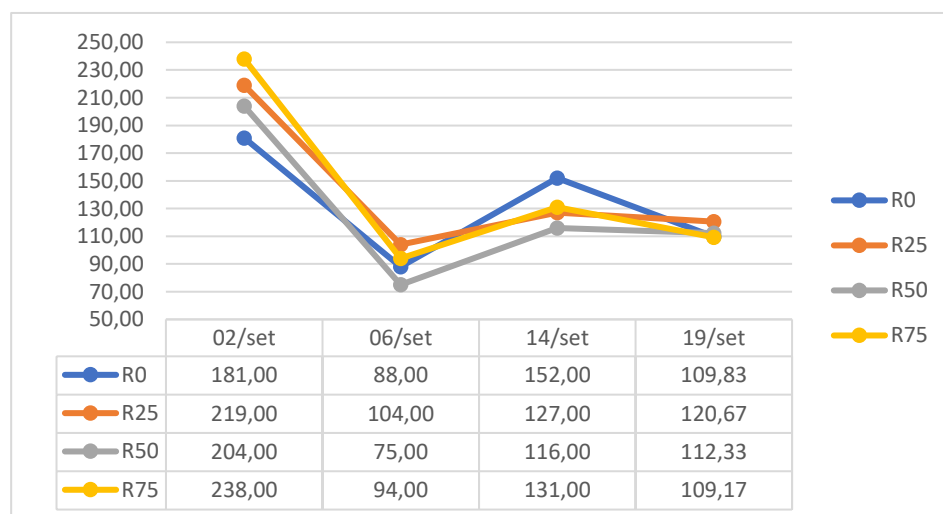


Figura 70: Evolução de Antocianas (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I15. Dados estatisticamente não significativos.

Pela observação da figura 70 verificamos também que, à vindima, a modalidade que obteve um valor de antocianinas mais elevado foi a R25 e a que obteve um valor mais baixo foi a modalidade R75. Apesar disto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Nos anos anteriores, os valores do teor em antocianinas diferiu dos observados neste trabalho. Em 2016, o valor mais elevado foi de 148,50 na R50, enquanto que em 2017 foi a modalidade R25 com 161,33, um valor ligeiramente mais elevado que em 2016. No entanto, ambos os resultados foram superiores aos obtidos em 2018. Já o menor valor registado, foi 87,67 na modalidade R25 em 2016 e 107,17 na modalidade R75 em 2017. Deste modo, verificamos que em 2018, os dados estão em concordância com os registados no ano passado (ao nível de valor superior e inferior).

Através da figura 71 podemos observar a evolução do teor em antocianinas na irrigação semanal. Podemos observar um decréscimo deste valor a 6 de setembro e após isso um ligeiro aumento. À vindima os valores observados são muito próximos entre modalidades.

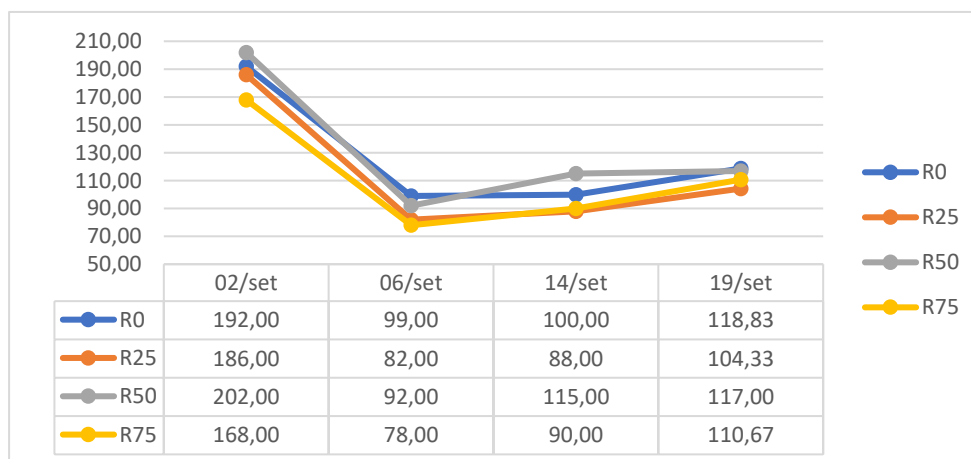


Figura 71: Evolução de Antocianinas (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I8. Dados estatisticamente não significativos.

Estatisticamente, não foram observadas diferenças significativas por modalidades. no entanto, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 2 e 3, onde o valor mais alto é observado no bloco 3 (Tabela 36).

Tabela 36: Diferenças observadas no teor em Antocianinas (mg/L) entre blocos, na I8.

Bloco	1	2	3	Sig. ⁽¹⁾
Antocianinas (mg/L)	115,13 ab	98,38 a	124,63 b	*

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

Comparando a irrigação semanal à irrigação quinzenal, verificamos que apenas na modalidade R25 se observa um valor de antocianas superior na I15. Contudo, os valores observados nas duas irrigações são bastante próximos.

Polifenóis (mg/L)

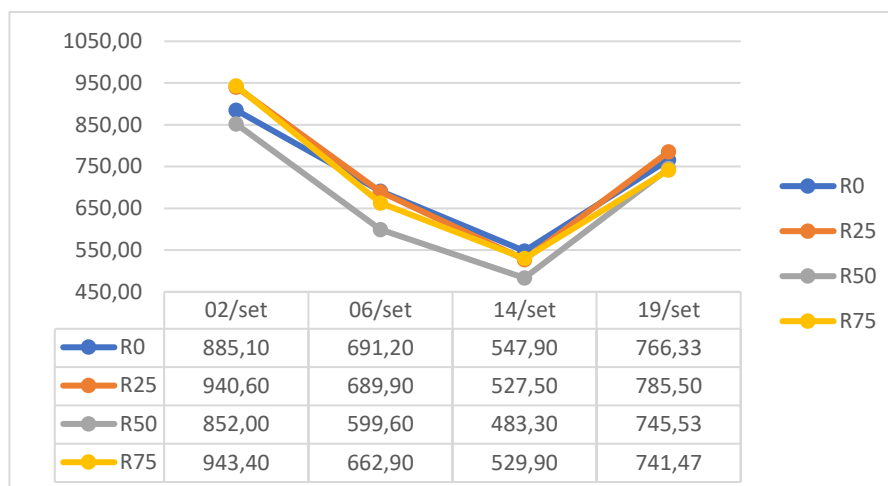


Figura 72: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I15. Dados não significativos estatisticamente.

Através da observação do gráfico da figura 72, referente à irrigação quinzenal verificamos que houve um decréscimo em todas as modalidades do teor de polifenóis entre o dia 2 de setembro e o dia 14 de setembro, e que na medição feita à vindima (19 de setembro) este valor teve um aumento (notável em todas as modalidades). No entanto, os valores obtidos não diferiram estatisticamente nas modalidades.

Na medição de 19 de setembro observa-se uma maior concentração deste composto na modalidade R25 e uma menor concentração na modalidade R75. Nesta medição foi também possível observar diferenças estatisticamente significativas nos blocos 1 e 3, sendo que o bloco 1 era o que apresentava um valor mais elevado de polifenóis e o bloco 3 o que apresentava um menor valor no teor em polifenóis (Tabela 37)

Tabela 37: Diferenças no teor em Polifenóis (mg/L) nos diferentes blocos na medição de 19 de setembro

Bloco	1	2	3	Sig
19 de setembro	802,05 b	760,36 ab	716,71 a	**

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

Os valores obtidos neste estudo, à vindima, mostraram ser inferiores aos obtidos no ano de 2017, no qual a modalidade com um teor superior foi a R50 com 957,73 e a modalidade que registou um número mais baixo foi R75 com 842,35. Já em 2016, o valor mais baixo foi registado na modalidade R0 (619,20) e o valor mais elevado foi registado na modalidade (R50). Deste modo, não se verifica uma correlação no teor de polifenóis nos últimos dois anos.

O gráfico presente na figura 73 representa a evolução do teor em Polifenóis (mg/L) na irrigação semanal. Verificamos que na primeira medição o teor em polifenóis era mais baixo na modalidade R75, em comparação com as restantes modalidades. No entanto, com o decorrer do tempo verificamos que o teor em polifenóis entre modalidades é muito próximo. As modalidades R0 e R50 foram as que apresentaram os valores do teor em polifenóis mais elevado. Contudo, e apesar destas diferenças em termos de teor de polifenóis, estes não são suficientes para serem considerados estatisticamente significativos por modalidades ou por blocos.

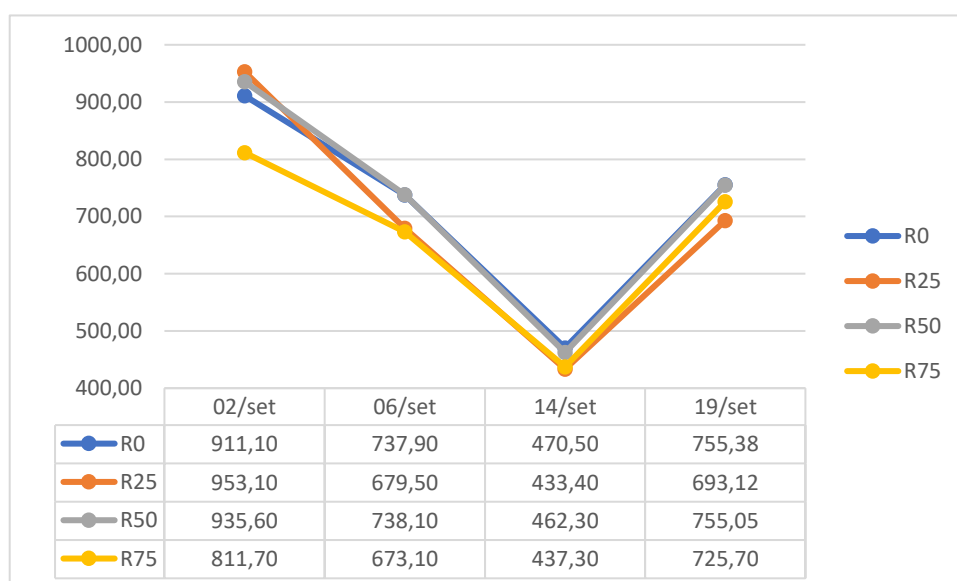


Figura 73: Evolução o Teor em Polifenóis (mg/L) entre os dias 2 e 19 de setembro na I8. Dados não significativos estatisticamente.

Comparativamente com a I15, e analisando os valores obtidos à vindima, verificamos que é apenas na modalidade R50 que o teor em polifenóis é superior na irrigação semanal. No entanto, é de notar que foi na modalidade R25 que se notou uma diferença mais acentuada entre irrigações, tendo a I15 um teor de 785,30 mg/L e a I8 um valor de 693,12 mg/L.

4.7.2 Rendimento à vindima

Na vindima realizada a 19 de setembro, foram registados diversos parâmetros de produtividade tais como o número de cachos por videira, peso dos cachos, peso dos bagos e produção por videira.

Número de cachos por videira

Analisando o valor médio de cachos por videira à vindima (Tabela 38) e o número médio de inflorescências por videira da figura 28 (Capítulo 4.3.1), verifica-se que este último é um bom instrumento de previsão, apesar de existir uma diferença mínima entre os valores registados no início do ciclo vegetativo e os valores registados à vindima. Verifica-se que as dotações de rega impostas, ao fim de 4 anos de estudo, têm tido alguma influência no número de cachos.

Assim, o número médio de inflorescências registadas na I15 foi de 15,1 para a modalidade R0, 14,3 para a modalidade R25, 15,2 para a modalidade R50 e 15 para a modalidade R75. Observa-se que o número de cachos registado no dia 19 de setembro subiu, em todas as modalidades, em cerca de 2 cachos, sendo que a modalidade que apresenta um valor mais elevado de cachos é a R75, seguida da R50, e a que apresenta um menor número de cachos é a modalidade R25). Contudo, os dados não se mostraram estatisticamente significativos. (Tabela 38)

Tabela 38: Número de cachos por videira, registados à vindima na I15.

Modalidade	R0	R25	R50	R75	Média	Sig. ⁽¹⁾
Nº de cachos/videira	17,25	16,27	17,73	17,82	17,27	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Em relação ao número de cachos por videira obtidos em anos anteriores, verifica-se que os dados obtidos neste estudo são muito próximos dos obtidos em 2016, no qual a média de cachos por videira rondava os 17,5. Já em 2017 foi registada uma média de cachos muito inferior, a rondar cerca de 12 cachos por videira.

Na I8, o número médio de inflorescências observadas foi de 13 para as modalidades R0 e R50 e 14 inflorescências nas modalidades R25 e R75 (Figura 29; Capítulo 4.3.1). Através da tabela 39, podemos constatar que o número de cachos registados nas diferentes modalidades subiu em relação ao número de inflorescências

registadas. Em todas as modalidades observamos o aumento de cerca de 3/4 cachos por modalidade. No entanto os valores obtidos não são estatisticamente significativos.

Tabela 39: Número de cachos por videira, registados à vindima na I8.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Nº de cachos/videira</i>	16,73	17,03	17,17	17,60	17,13	n.s.

Comparando I15 com I8, vemos que no geral em cada ensaio foram em média produzidos 17 cachos por videira. É denotar que na modalidade R25, no ensaio I8 foi registado cerca de mais 1 cacho por videira e que, na modalidade R50 foi registado menos 1 cacho por videira em relação às mesmas modalidades no ensaio quinzenal.

Peso médio dos cachos (g) por videira

Na tabela 40 observa-se a média do peso dos cachos por modalidades. Verifica-se que, como esperado, a disponibilidade hídrica influenciou positivamente o peso dos cachos, verificando-se que o peso dos cachos foi aumentando consoante o aumento das dotações de rega. Verifica-se, também, que em média os cachos tinham um peso de 112 g.

Tabela 40: Peso médio dos cachos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I15.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos cachos (g)/videira</i>	105,4 a	108,6 ab	115,3 ab	118,6 b	112,0	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “**” – $p < 0,05$

Verifica-se, através da tabela 41, que existe uma diferença estatisticamente significativa entre a modalidade sem rega e a modalidade com maior dotação de rega (R75). Também se verifica na tabela 43, que existem diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 2 e 3, sendo que o bloco 2 é o que apresenta um peso médio mais elevado e o bloco 3 o que apresenta o menor peso.

Tabela 41: Peso médio dos cachos (g) registado à vindima por cada bloco na I15.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos cachos (g)/videira</i>	113,4 ab	116,6 b	106,0 a	112,0	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “**” – $p < 0,05$

Em relação ao peso dos cachos por videira obtido em anos anteriores, verificamos que em 2016, em média, os cachos pesavam 130 g. Já em 2017, os cachos eram mais pesados, tendo cerca de 160 g cada.

Em 2016 observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades R0 e R25 com a modalidade R75, sendo que a modalidade R75 foi a que apresentou o peso dos cachos superior.

Relativamente ao ensaio semanal, verificamos que em média os cachos tinham um peso de 107 g (tabela 42).

Tabela 42: Peso médio dos cachos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I8.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos cachos (g)/videira</i>	106,6	102,9	109,9	108,9	107,1	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Estatisticamente não foram encontradas quaisquer diferenças significativas quer entre modalidades, quer entre blocos (tabela 42 e 43).

Tabela 43: Peso médio dos cachos (g) registado à vindima por cada bloco na I8.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos cachos (g)/videira</i>	108,9	108,6	103,8	107,1	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Comparativamente ao ensaio quinzenal, verificamos que os cachos da I8 tinham um peso ligeiramente inferior. Isto pode ser explicado por este ser o primeiro ano em

que se estão a aplicar estas dotações de rega semanalmente, pelo que as videiras ainda se estão a habituar a um conforto hídrico diferente ao que estavam habituadas. ao contrário da I15, na I8 não se observa uma relação linear entre a dotação de rega e o peso dos cachos, isto porque a modalidade que obteve um peso dos cachos inferior foi a R25 e a modalidade que obteve um maior peso dos cachos foi a R50.

Peso dos bagos (g)

Na tabela 44 apresentam-se os valores referentes ao peso dos bagos, em gramas, nas diferentes modalidades, na irrigação quinzenal. A modalidade R75 foi a que apresentou um peso dos bagos superior e a modalidade R0 a que apresentou menor peso dos bagos, no entanto, estas diferenças não são estatisticamente significativas. Por outro lado, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os blocos 2 e 3 (Tabela 45).

Tabela 44: Peso dos bagos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I15.

Modalidade	R0	R25	R50	R75	Média	Sig. ⁽¹⁾
Peso dos bagos (g)	1,24	1,26	1,25	1,30	1,26	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Tabela 45: Peso dos bagos (g) por videira à vindima por cada bloco na I15.

Bloco	1	2	3	Média	Sig. ⁽¹⁾
Peso dos bagos (g)	1,23 ab	1,34 b	1,22 a	1,26	*

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA) “**” – p < 0,05

Em 2017, em média, os bagos apresentavam 1,29 g, um valor ligeiramente superior ao obtido neste trabalho. Já em 2016, o peso dos bagos foi, em média, de 1,31g, tendo R75 o valor médio mais elevado com 1,41g e R25 um valor mais baixo com 1,27g. Contudo, as diferenças obtidas nos valores de 2016 não são significativos.

Nas tabelas 46 e 47, estão representados os valores referentes ao peso dos bagos, nos diferentes blocos e modalidades, na irrigação semanal (I8). Através da observação das mesmas, verificamos que existe uma relação entre o peso dos bagos e a diferente modalidade de rega, ou seja, o peso do bago vai aumentando com o aumento

da dotação de rega. É de notar que comparativamente à I15 que o peso dos bagos é ligeiramente superior.

Tabela 46: Peso dos bagos (g) por videira à vindima em cada modalidade na I8.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos bagos (g)</i>	1,22	1,26	1,31	1,33	1,28	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Em termos estatísticos, não foram observadas diferenças significativas por modalidades ou por blocos.

Tabela 47: Peso dos bagos (g) por videira à vindima por cada bloco na I8.

<i>Bloco</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Peso dos bagos (g)</i>	1,32	1,25	1,27	1,28	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

Produção por videira (kg)

Aquando a vindima, para além da contagem do número de cachos por videira, os cachos foram também pesados.

A tabela 48 apresenta a produção, em quilogramas, por videira na I15. Através desta tabela verifica-se que existe uma influência das diferentes dotações de rega e a produção média por videira, sendo que se registam diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade R25 e a modalidade R75.

Tabela 48: Média da produção de cachos por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima na I15.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Produção/videira (kg)</i>	1,84 ab	1,76 a	2,05 ab	2,14 b	1,95	*

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

Os valores de produção obtidos no presente ano, estão em concordância com os que foram obtidos no ano de 2016. Ou seja, apesar da produção por videira em 2016 ter sido superior, em todas as modalidades, em relação a 2018, nota-se uma semelhança ao nível de modalidades mais e menos produtivas. Tal como em 2018, a modalidade que obteve, em 2016, no geral, uma maior produção foi a R75 (2,68), seguida da R50 (2,40) e, a modalidade que obteve uma menor produção foi a R25 (2,03).

Em 2016 foram observadas diferenças estatisticamente significativas por modalidades e por blocos, nos quais R25 e R0 são diferentes de R75 e o bloco 1 é diferente do bloco 3.

Na tabela 49 apresentam-se os valores de produção obtidos para o ensaio com irrigação semanal. É de notar que a modalidade que obteve uma produção mais elevada foi a R50, na qual, em média, as videiras continham 2 kg de cachos. Por outro lado, a modalidade com uma produção mais baixa foi a R75 com cerca de 1,75 kg de cachos por videira, sendo que a modalidade sem rega teve uma média de produção superior a esta modalidade.

Tabela 49: Média da produção de cachos por videira (Kg) entre modalidades registadas à vindima na I8.

<i>Modalidade</i>	<i>R0</i>	<i>R25</i>	<i>R50</i>	<i>R75</i>	<i>Média</i>	<i>Sig.⁽¹⁾</i>
<i>Produção/videira (kg)</i>	1,82	1,77	2,00	1,75	1,84	n.s.

⁽¹⁾Significância do teste à Análise de Variância de Médias (ANOVA)

No geral, neste ensaio as videiras produziram cerca de 1,84 kg de cachos. Este valor é inferior ao obtido na irrigação quinzenal que obteve uma média de 1,95 kg de cachos por videira.

5. Considerações Finais

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

Através dos resultados obtidos no presente estudo foi possível retirar algumas conclusões sobre qual o efeito que diferentes dotações exercem em diversos parâmetros ao nível vegetativo e ao nível dos cachos, permitindo verificar a existência ou não de benefícios no rendimento e qualidade da colheita e, através destes demonstrar qual a dotação de rega que irá demonstrar ser mais vantajosa. Para além disto, este estudo incidiu em dois tipos de irrigações, semanal e quinzenal, de modo a conseguirmos perceber qual o mais benéfico nesta casta e nesta região.

O ensaio de rega quinzenal é um estudo de continuação de outros realizados desde 2015, pelo que poderá existir um efeito cumulativo nas videiras e da água aplicada nos anos anteriores. Já o ensaio semanal, foi pela primeira vez testado este ano, pelo que as videiras ainda se estão a adaptar-se a diferentes condições hídricas. Contudo, os resultados obtidos no presente ano são muito influenciados pelas condições climáticas que se fizeram sentir durante este ano.

O ciclo vegetativo do ano de estudo foi extremamente diferente ao verificado no ano anterior, sendo que se registaram altos índices de precipitação entre os meses de março e junho. Isto levou a que o período de carência hídrica fosse muito mais curto e que fossem realizadas menos regas, comparativamente ao ano anterior.

No que diz respeito às medições efetuadas no início do ciclo fenológico, estas permitiram aferir a homogeneidade do ensaio experimental, como a carga à poda, o número de pânpanos 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). Deste modo registou-se uma homogeneidade satisfatória em toda a parcela, em ambos ensaios de irrigação (semanal e quinzenal). Destaca-se apenas a grande expressão vegetativa característica da casta em estudo, bem como algumas diferenças entre blocos no peso da lenha de poda na irrigação quinzenal (I15) e na Taxa de Abrolhamento e no Índice de Fertilidade Potencial na irrigação semanal (I18). É de notar que os valores obtidos no Índice de Fertilidade Potencial (IFP) demonstraram ser inferiores, nas duas irrigações, aos descritos na bibliografia para a mesma casta.

Já no que diz respeito à Área Foliar, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre modalidades ou entre blocos em ambas as irrigações. Salientar apenas que em ambas as irrigações, à vindima, a Área Foliar das Principais e das Netas mais elevada foi verificada na modalidade R0 e que a Área Foliar das Principais e das Netas mais baixa foi verificada na modalidade R50.

Em termos de medições da densidade vegetal, na medição do “Point Quadrat” não se registaram diferenças estatisticamente significativas por modalidades em qualquer um dos parâmetros, independentemente da irrigação. É apenas de salientar que o Número de Camadas de Folhas, na I15, na medição a 26 de julho era superior na modalidade R25, e na medição a 19 de setembro era superior na modalidade R75. Já na I8, a 26 de julho o registo superior verificou-se na modalidade R25 e a 19 de setembro o registo superior verificou-se na modalidade R50. No que diz respeito à percentagem de buracos, na primeira medição a R0 apresentava uma maior taxa de buracos em ambas as irrigações, sendo que na I15 essa taxa se manteve da primeira para a última medição e na I8 esse valor aumentou. No que toca aos restantes parâmetros, a Percentagem de Folhas Interiores e a Superfície Foliar Exposta diminuíram da primeira para a segunda medição e a percentagem de cachos exteriores aumentou, tal como esperado.

Em relação às medições ecofisiológicas, no Potencial Hídrico de Base, os dados registados na I15 nos dias 12 e 26 de julho demonstraram valores semelhantes, sendo que a partir da medição efetuada a 9 de agosto já se notaram algumas diferenças entre modalidades, com a modalidade R0 a ter mais stress hídrico do que as restantes modalidades. No entanto, apesar de se notarem algumas diferenças, estas não foram estatisticamente significativas. Já na I8 é também observada esta tendência, sendo que os valores do Potencial Hídrico de Base observados são no geral menos negativos do que na irrigação quinzenal.

No caso do Potencial Hídrico Diário na I15 existem também, em geral, diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades, mais concretamente entre R0 e R75 na medição efetuada antes da rega e entre a modalidade não regada e as modalidades regadas na medição das 4H após a rega. Já na I8, apenas foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a modalidade não regada e as modalidades regadas, na medição após a rega. 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).

Em relação aos componentes de qualidade dos mostos, em ambas as irrigações, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre modalidades. Observou-se que na I15 o álcool provável foi superior em R25 e inferior em R0; e na I8 foi superior em R50 e inferior em R25. O pH, na I15 foi superior em R75 e inferior em R0; já na I8 foi superior em R50 e inferior em R25. A Acidez Total registou, na I15 valores superiores em R0 e R25 e inferiores em R50; já na I8 registaram-se valores superiores em R25 e R75 e inferiores em R50. Em relação ao Ácido Málico, na I15 foi superior em R75 e inferior em R0; no entanto na I8 foi superior tanto em R25 como em R75 e foi inferior tanto em R0 como em R50. Por sua vez, as Antocianas e os Polifenóis, na I15 apresentam valores superiores em R25 e inferiores em R75; no entanto na I8 os valores são superiores em R0 e inferiores em R25.

Por último, nos componentes de rendimento verificam-se algumas diferenças em termos estatísticos entre os parâmetros, na I15, nomeadamente no peso médio dos cachos em que houve diferenças entre R0 e R75, com R0 a registar o menor valor. No caso do número de cachos por videira, apesar de não terem sido registadas diferenças estatisticamente significativas, obtiveram-se valores superiores nas duas modalidades com dotações de rega mais altas. Já na I8, o número de cachos, o peso dos bagos e o peso médio dos cachos obtiveram valores superiores nas duas modalidades com dotações de rega mais altas (R50 e R75).

Na produção por videira, foram registadas diferenças estatisticamente significativas na I15 entre R25 e R75, onde R25 registou o menor valor. Já na I8, no que diz respeito à produção por videira, nesta irrigação o valor mais alto foi obtido em R50 e o mais baixo em R75.

Desta forma, na I15 em termos de rendimento de vindima as modalidades R50 e R75 são as que se mostram mais favoráveis. Na I8, no geral, também se observa esta tendência. No entanto, no que diz respeito aos componentes de qualidade dos mostos, em ambas as irrigações, existiu uma tendência mais favorável nas modalidades R25 e R50.

Por fim, e em jeito de conclusão, os ensaios em estudo (I15 e I8) não mostraram ser muitos diferentes entre si.

Apesar disto, a continuação deste estudo será interessante, uma vez que será de esperar que existam cada vez mais diferenças entre modalidades e que, dado que foi o primeiro ano que se fez o ensaio semanal será igualmente interessante ver qual a sua evolução e qual será a diferença entre as duas irrigações. Ao longo destes últimos 4 anos de estudo, existiram sempre grandes diferenças climáticas de uns anos para os

outros, pelo que será também importante dar continuidade a este estudo de forma a reforçar os resultados obtidos nestes últimos anos.

Contudo, os resultados deste estudo demonstram algumas evidências de que maiores dotações de rega parecem favorecer positivamente as videiras e, mais concretamente, a produção e as uvas para vinificação.

6. Referências Bibliográficas

- 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*.
- ADVID. (2018). *Balanço intercalar do Ano Vitícola 2017-2018*. Vila Real.
- ADVID. (15 de Novembro de 2018). Boletim Ano Vitícola 2018. *Cluster da Vinha e do Vinho*.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper*.
- Almeida, C. A. (2006). *História do Douro e do Vinho do Porto*. Edições Afrontamento.
- AQUAGRI. (s.d.). *Sonda EnviroSCAN*. Obtido em agosto de 2018, de <http://www.aquagri.com/site/index.php/pt/equipamentos/sentek-sensor-technologies/150-sonda-enviroscan>
- Balint, G., & Reynolds, A. G. (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. *J. Int. Vigne Vin*, 159-181.
- Barreales, D., Malheiro, R., Pereira, J. A., Verdial, J., Bento, A., Casquero, P. A., & Ribeiro, A. C. (2018). Effects of irrigation and collection period on grapevine leaf (*Vitis vinifera* L. var. Touriga Nacional): Evaluation of the phytochemical composition and antioxidant properties. *Scientia Horticulturae*, 74-81.
- Bohm, J. (2010). *Portugal Vitivinícola, O Grande Livro das Castas*. Lisboa: Chaves Ferreira - Publicações.
- Boyer, J. S., Wong, S. ..., & Farquhar, C. D. (1997). CO₂ and Water Vapor Exchange across Leaf Cuticle (Epidermis) at Various Water Potentials. *Plant Physiol*, 114, pp. 185-191.
- Cabral, B. O. (2017). *Efeitos de Estratégias de Rega Deficitária Sobre o Rendimento e Qualidade da Casta Touriga Nacional na Região do Douro*. Dissertação de Mestrado, 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*, pp. 99-118.
- Carbonneau, A., Casteran, P., & Leclair, P. (1982). Application á l'étude synthétique des principaux facteurs du milieu expliquant la hiérarchie des crus. *Vignes et vins*.
- Carbonneau, A., Deloire, A., & Jaillard, B. (2007). *La vigne - Physiologie, terroir, culture*. Paris: Dunod.
- Champagnol, F. (1984). *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale (Montpellier ed.)*. Prades-le-Lez.

- Choné, X., Tregoat, O., van Leeuwen, C., & Dubourdieu, D. (2000). Vine water deficit: among the 3 applications of pressure chamber, stem water potencial is the most sensitive indicator. *Journal interntional des sciences de la vigne et du vin*.
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J., Medrano, H., & Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.) An open gate to improve water-use efficiency? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106, 159-170.
- Crasto, Q. d. (2018). *Terroir*. Obtido em julho de 2018, de <https://quintadocrasto.pt/quinta-do-crasto/terroir/quinta-do-crasto/>
- Deloire, A., Vaudour, E., Carey, V., Bonnardot, V., & Leewen, C. V. (2005). GRAPEVINE RESPONSES TO TERROIR: A GLOBAL APPROACH. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 39(4), 149-162.
- Di Filippo, M., & Vila, H. (2011). Influence of Different Rootstocks on the Vegetative and Reproductive Performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under Irrigated Conditions. *Vigne et Vin Publications Internationales*.
- DRAP. (2011). *Estados Fenológicos da Vinha*. Algarve.
- 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*.
- Figueiredo, T. d. (2015). *Proteção do Solo em Viticultura de Montanha*. Bragança: ADVID.
- Flexas, J., Bota, J., Escalona, J., Sampol, B., & Medrano, H. (2002). Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field ocnditions: an evaluation of stomatal and mesopgyll limitations. *Functional Plant Biology*, 29(4), pp. 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 clências da Universidade do Porto.
- Gamero, E., Moreno, D., Talaverano, I., Prieto, M. H., Guerra, M. T., & Valdés, M. E. (2013). Effects of Irrigation and Cluster Thinning on Tempranillo Grape and Wine Composition.
- Gaudin, R., Kansou, K., Payan, J.-C., Pellegrino, A., & Gary, C. (2014). A water stress index based on water balance modelling for discrimination of grapewine quality and yield. *Vigne et Vin Publications Internationales*.
- 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*.
- Hera, M. D., Romero, P., Gomez-Plaza, E., & Martinez, A. (2007). Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? *Agricultural Water Management*, 261-274.
- Hidalgo, L. (1999). *Poda de la vid*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Huglin, P., & Schneider, C. (1998). *Biologie et écologie de la vigne*. Paris: Technique & Documentation.

- INE. (2018). *Estatísticas Agrícolas 2017*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.
- IPMA. (2018). *Normais Climatológicas*. Obtido em novembro de 2018, de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>
- IVDP. (2004). Obtido em junho de 2018, de Região: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?idioma=0&codPag=16&>
- IVV. (2016). *Douro/Porto*. Obtido em junho de 2018, de <http://www.ivv.gov.pt/np4/77/>
- IVV. (2018). *A Vinha e o Vinho em Portugal*. Obtido em junho de 2018, de Instituto da Vinha e do Vinho: <http://www.ivv.gov.pt/np4/91.html>
- IVV. (2018). *Estatística*. Obtido de Ranking das Castas.
- IVV. (2018). *Produção*. Obtido em junho de 2018, de Evolução da Produção por Região Vitivinícola: <http://www.ivv.gov.pt/np4/36/>
- IVV. (2018). *Regiões*. Obtido em junho de 2018, de <http://www.ivv.gov.pt/np4/regioes/>
- 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 - Terroir and the Importance of Climate to Winegrape Production*. Obtido em julho de 2018, de Guildsomm: https://www.guildsomm.com/public_content/features/articles/b/gregory_jones/posts/climate-grapes-and-wine
- Jones, G. V., & Alves, F. (2011). Impacts of Climate Change on Wine Production: A Global Overview and Regional Assessment in the Douro Valley of Portugal.
- Jordão, A. M., Silva, J. M., & Laureano, O. (1998). Influência da rega na composição fenólica das uvas tintas na casta Touriga Francesa (*Vitis vinifera* L.). *CYTA - Journal of Food*.
- Keller, M. (2015). *The Science of Grapevines*. Washington, USA: Academic Press - Elsevier.
- Kliewer, W. M., & Torres, R. E. (1972). Effect of controlled day and night temperature on grape coloration. *Am. J. Enol. Vitic.*, 71-77.
- Kondouras, 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*.
- Lopes, C. (1994). *Influência do Sistema de condução no microclima do coberto, vigor e produtividade da videira (Vitis vinifera L.)*. Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa.
- Lopes, C., & Pinto, P. A. (2005). *Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- 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*, 97-102.

- Magalhães, N. (2003). Caraterização e Condução de Castas Tintas na Região Demarcada do Douro. *Douro - Estudos & Documentos*, VIII, pp. 163-174.
- Magalhães, N. (2008). *Tratado de Viticultura - A Videira, a Vinha e o "Terroir"*. Lisboa: Chaves Ferreira Publicações.
- Markakis, P. (1982). *Anthocyanins as Food Colors*. New York: Academic Press.
- Mori, K., Sugaya, S., & Gemma, H. (2005). Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Sci. Hortic*, 319-330.
- Moyer, M. M., & Peters, T. R. (2013). Irrigation basics for eastern Washington.
- OIV. (2017). *GLOBAL ECONOMIC VITIVINICULTURE DATA*. Obtido em outubro de 2018, de <http://www.oiv.int/public/medias/5686/ptconj-octobre2017-en.pdf>
- OIV. (Abril de 2018). *STATE OF THE VITIVINICULTURE WORLD MARKET*. Obtido em outubro de 2018, de <http://www.oiv.int/public/medias/5958/oiv-state-of-the-vitiviniculture-world-market-april-2018.pdf>
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., & Deloire, A. (2002). Influence of pre and postveraison water déficit on síntesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth on *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.*, 261-267.
- 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*. Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Pellegrino, A., Gozé, E., Lebon, E., & Werya, J. (2006). A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in field sites. *European Journal of Agronomy*, 49-59.
- Pereira, G. M. (2004). *História*. Obtido em junho de 2018, de IVDP: <https://www.ivdp.pt/pagina.asp?codPag=9&codSeccao=1&idioma=0>
- Peynaud, E. (1972). *Connaissance et Travail du Vin*. Paris: Dunoud.
- 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*, 151-158.
- Prichard, T., Hanson, B., Schwankl, L., Verdegaa, P., & Smith, R. (2004). Deficit Irrigation of Quality Winegrapes using micro-irrigation techniques.
- Queiroz, J. B. (2002). *Condução e Relações Rendimento Qualidade de Castas Nobre do Douro*. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias, Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Porto.
- Ribeiro, J. A. (2000). Caraterização genérica da região vinhateira do Alto Douro. *DOURO - Estudos & Documentos*, vol. V, pp. 11-29.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donéche, B., & Lonvaud, A. (1998). *Traité D'Oenologie*. Paris: Dunod.

- Santos, T. P., Lopes, C. M., Rodrigues, M. L., Souza, C. R., Ricardo-da-Silva, J. M., Maroco, J. P., . . . Chaves, M. 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. (1996). Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta horticulturae*, 251-266.
- Smart, R. D. (1990). Canopy Management to Improve Grape Yield and Wine Quality - Principles and Practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic*, 11(1), 3-17.
- Smart, R., & Robinson, M. (1991). *Sunlight into Wine: A Handbook for Winegrape Canopy Management*. Austrália: Winetitles.
- Spiegel-Roy, P., & Bravdo, B. (1964). *Le régime hydrique de la vid*. O.I.V.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). *Crop yield response to water*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Trujillo, P. B., Lissarrague, J. R., & Miguel, P. S. (2007). *Fundamentos, Aplicación y Consecuencias del Riego en la Vid*. Editorial Agrícola Española S.A.
- Van Leerwen, C., & Seguin, G. (2006). The concept of terroir in viticulture.
- van Leeuwen, C., & Vivin, P. (2008). Alimentation hydrique de la vigne et qualité des raisins. *Innovations Agronomiques* 2, 159-167.
- Van Leeuwen, C., Tregoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D., & Gaudillère, J. P. (2009). Wine 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? *J. Int. Sci. Vin*, 43(3), pp. 121-134.
- Vasconcelos, M., & Castagnoli, S. (2000). Leaf Canopy Structure and Vine Performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 390-396.
- Wang, Z., Deloire, A., Carbonneau, A., Federspiel, B., & Lopez, F. (2003). Study of sugar phloem unloading in ripening grape berries under water stress conditions. *J. Int Sci Vigne Vin*, pp. 213-222.
- Williams, L. E. (2001). Irrigation of winegrapes in California. *Practical Winery & Vineyard Journal*.
- Williams, L. E., & Araujo, F. J. (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*, 448-454.
- Williams, L. E., & Ayars, J. E. (2005). Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Elsevier: Agricultural and Forest Meteorology*.
- Winkler, A. J., Cook, J. A., & Kliewer, W. M. (1974). *General Viticulture*. California. USA.: University of California Press.

Anexo I – Estados Fenológicos da Vinha

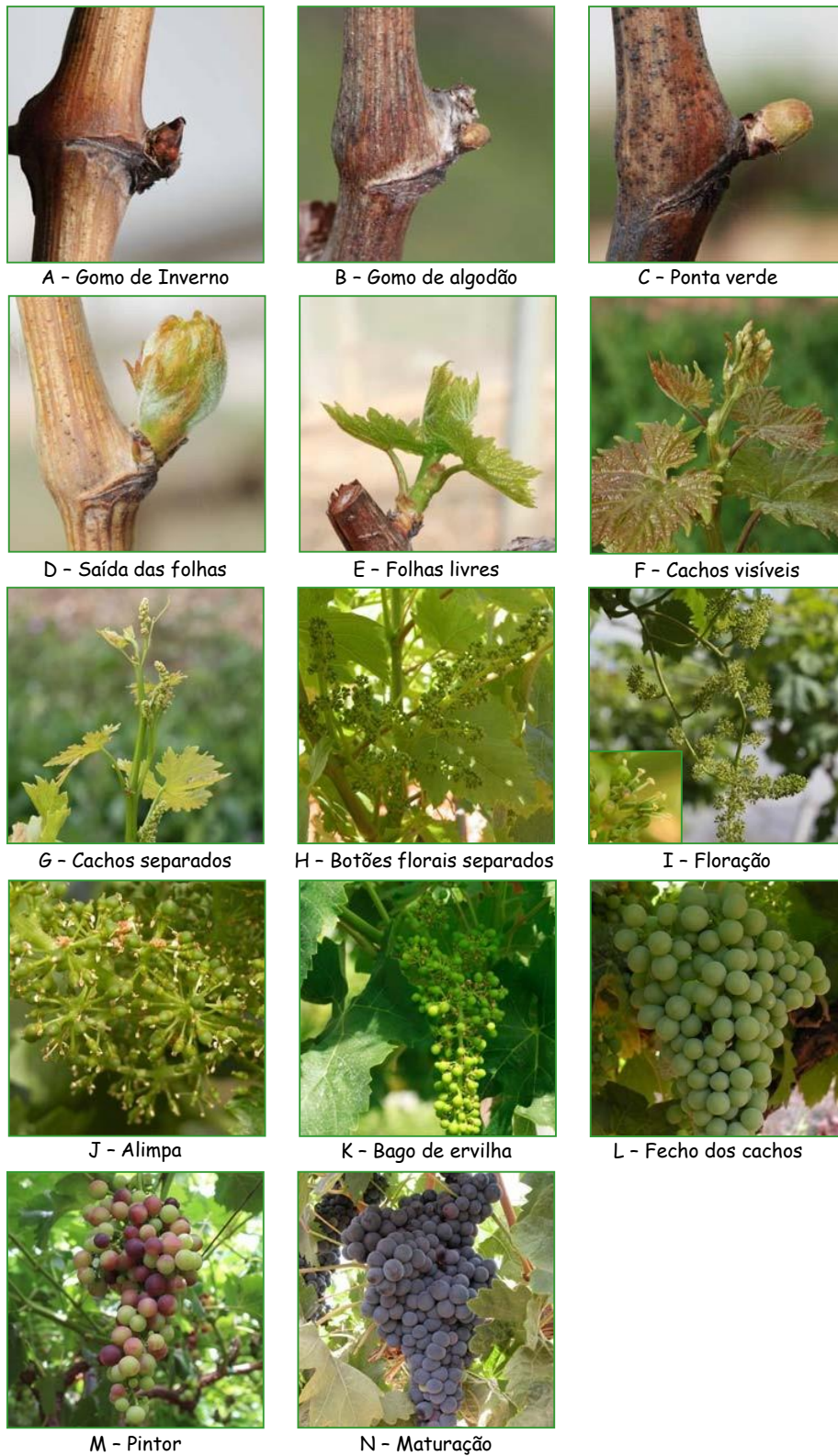


Figura 74: Estados Fenológicos da Vinha segundo Baggiolini (DRAP, 2011)

Anexo II – Tabelas Kc

Tabela 50: 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.

<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>
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	0,65	0,75	0,8	0,75	0,6	---	---
				0,5	0,75	0,9	0,95	0,90	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 a 35% a meia estação.											
---	---	---	0,45-0,5	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,35	---
				0,65	0,75	0,75	0,75	0,75	0,65	0,4	
Vinhas adultas cultivadas quentes e secas com Inverno ameno; primeiras folhas no fim de fevereiro – início de março, vindima em fim de julho; cobertura do solo 30-35% a meia estação.											
---	---	---	0,25	0,45	0,6	0,7	0,7	0,65	0,55	0,35	---
					0,65	0,75	0,75	0,70			

Tabela 51: Tabela de K_c segundo Terry Prichard e Paul Verdegel para a Califórnia (Magalhães, 2008). O valor médio utilizado para este estudo foi retirado a partir dos valores sinalizados a vermelho na tabela.

<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>
0,11	0,26-	0,51-	0,69-	0,8-	0,84-	0,76-	0,61-	0,52
	0,39	0,61	0,75	0,84	0,86	0,81	0,69	

Anexo III – Fotografias



Figura 75: Aspeto das videiras da modalidade R0 do Bardo Exterior, I15



Figura 76: Aspeto das videiras da modalidade R0 do Bardo Interior, I15



Figura 78: Aspeto das videiras da modalidade R25 do Bardo Exterior, I15

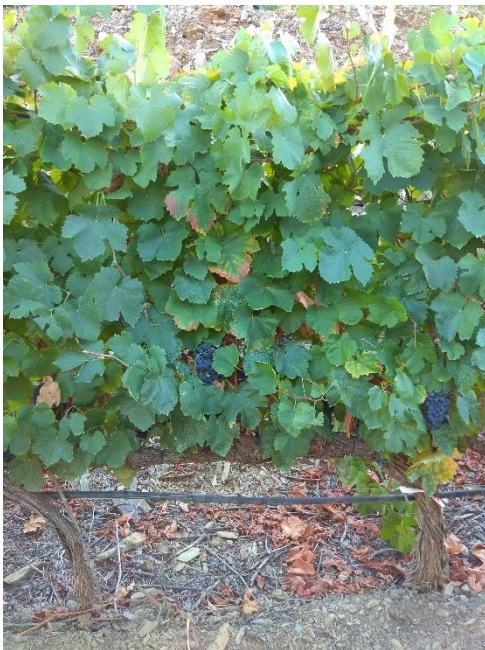


Figura 77: Aspeto das videiras da modalidade R25 do Bardo Interior, I15



Figura 79: Aspeto das videiras da modalidade R50 do Bardo Exterior, I15



Figura 80: Aspeto das videiras da modalidade R50 do Bardo Interior, I15



Figura 82: Aspeto das videiras da modalidade R75, Bardo Exterior, I15



Figura 81: Aspeto das videiras da modalidade R75, Bardo Interior, I15

Anexo IV – Aspeto dos Cachos à vindima



Figura 83: Aspeto dos cachos na modalidade R0, à vindima



Figura 84: Aspeto dos cachos, na modalidade R25, à vindima



Figura 85: Aspeto dos cachos, na modalidade R50, à vindima



Figura 86: Aspeto dos cachos, na modalidade R75, à vindima

Anexo V – Dados Estatísticos – I15

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Carga

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17641,911 ^a	6	2940,318	3373,685	,000
Bloco	6,284	2	3,142	3,605	,029
Modalidade	1,064	3	,355	,407	,748
Error	135,089	155	,872		
Total	17777,000	161			

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

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pâmpanos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	34877,108 ^a	6	5812,851	947,596	,000
Bloco	19,413	2	9,706	1,582	,208
Modalidade	4,068	3	1,356	,221	,882
Error	1410,892	230	6,134		
Total	36288,000	236			

a. R Squared = ,961 (Adjusted R Squared = ,960)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NºCachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	50528,999 ^a	6	8421,500	449,067	,000
Bloco	110,218	2	55,109	2,939	,055
Modalidade	42,971	3	14,324	,764	,515
Error	4257,001	227	18,753		
Total	54786,000	233			

a. R Squared = ,922 (Adjusted R Squared = ,920)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: %abrolhamento

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3365347,339 ^a	6	560891,223	1465,565	,000
Modalidade	1320,251	3	440,084	1,150	,330
Bloco	1712,334	2	856,167	2,237	,109
Error	86493,220	226	382,713		
Total	3451840,559	232			

a. R Squared = ,975 (Adjusted R Squared = ,974)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Índice Fertilidade Potencial

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	150,351 ^a	6	25,059	600,727	,000
Bloco	,011	2	,005	,129	,879
Modalidade	,097	3	,032	,778	,507
Error	8,760	210	,042		
Total	159,111	216			

a. R Squared = ,945 (Adjusted R Squared = ,943)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso de Lenha (kg)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	130,995 ^a	6	21,833	298,618	,000
Bloco	,637	2	,318	4,355	,014
Modalidade	,074	3	,025	,336	,799
Error	16,596	227	,073		
Total	147,592	233			

a. R Squared = ,888 (Adjusted R Squared = ,885)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	321,075 ^a	6	53,512	70,705	,000
Modalidade	1,875	3	,625	,826	,487
Bloco	,976	2	,488	,645	,530

Error	31,787	42	,757		
Total	352,862	48			

a. R Squared = ,910 (Adjusted R Squared = ,897)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	262,578 ^a	6	43,763	42,922	,000
Modalidade	2,662	3	,887	,870	,465
Bloco	1,000	2	,500	,490	,616
Error	39,764	39	1,020		
Total	302,342	45			

a. R Squared = ,868 (Adjusted R Squared = ,848)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	245,678 ^a	6	40,946	30,971	,000
Bloco	5,213	2	2,607	1,972	,152
Modalidade	5,115	3	1,705	1,290	,290
Error	55,528	42	1,322		
Total	301,206	48			

a. R Squared = ,816 (Adjusted R Squared = ,789)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	204,120 ^a	6	34,020	22,739	,000
Modalidade	6,679	3	2,226	1,488	,232
Bloco	5,908	2	2,954	1,974	,152
Error	62,835	42	1,496		
Total	266,955	48			

a. R Squared = ,765 (Adjusted R Squared = ,731)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	365,156 ^a	6	60,859	23,842	,000
Modalidade	2,045	3	,682	,267	,849
Bloco	7,567	2	3,783	1,482	,240
Error	99,553	39	2,553		
Total	464,709	45			

a. R Squared = ,786 (Adjusted R Squared = ,753)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	185,562 ^a	6	30,927	12,138	,000
Bloco	,879	2	,439	,172	,842
Modalidade	8,586	3	2,862	1,123	,351
Error	99,366	39	2,548		
Total	284,928	45			

a. R Squared = ,651 (Adjusted R Squared = ,598)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1023,852 ^a	6	170,642	53,417	,000
Modalidade	11,028	3	3,676	1,151	,340
Bloco	9,304	2	4,652	1,456	,245
Error	134,170	42	3,195		
Total	1158,022	48			

a. R Squared = ,884 (Adjusted R Squared = ,868)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1384,224 ^a	6	230,704	39,926	,000

Modalidade	4,043	3	1,348	,233	,873
Bloco	15,807	2	7,903	1,368	,266
Error	231,134	40	5,778		
Total	1615,358	46			

a. R Squared = ,857 (Adjusted R Squared = ,835)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	744,143 ^a	6	124,024	27,055	,000
Bloco	6,471	2	3,235	,706	,500
Modalidade	16,632	3	5,544	1,209	,319
Error	178,783	39	4,584		
Total	922,926	45			

a. R Squared = ,806 (Adjusted R Squared = ,776)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	113,594 ^a	6	18,932	135,362	,000
Bloco	,403	2	,201	1,441	,308
Modalidade	,261	3	,087	,623	,626
Error	,839	6	,140		
Total	114,434	12			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,985)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	125,738 ^a	6	20,956	144,237	,000
Bloco	3,751	2	1,875	12,907	,007
Modalidade	,861	3	,287	1,975	,219
Error	,872	6	,145		
Total	126,609	12			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,986)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % F int

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	17842,077 ^a	6	2973,679	58,353	,000
Bloco	175,249	2	87,624	1,719	,257
Modalidade	52,669	3	17,556	,345	,795
Error	305,760	6	50,960		
Total	18147,837	12			

a. R Squared = ,983 (Adjusted R Squared = ,966)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nº F int

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7172,167 ^a	6	1195,361	70,430	,000
Bloco	486,167	2	243,083	14,322	,005
Modalidade	152,667	3	50,889	2,998	,117
Error	101,833	6	16,972		
Total	7274,000	12			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,972)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % C ext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2190,842 ^a	6	365,140	1,782	,250
Bloco	186,600	2	93,300	,455	,654
Modalidade	526,285	3	175,428	,856	,513
Error	1229,289	6	204,882		
Total	3420,131	12			

a. R Squared = ,641 (Adjusted R Squared = ,281)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % C ext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	19804,606 ^a	6	3300,768	2,945	,107
Bloco	3049,742	2	1524,871	1,361	,326
Modalidade	764,923	3	254,974	,228	,874
Error	6723,724	6	1120,621		
Total	26528,330	12			

a. R Squared = ,747 (Adjusted R Squared = ,493)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Buracos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	214,844 ^a	6	35,807	3,667	,069
Bloco	45,573	2	22,786	2,333	,178
Modalidade	87,891	3	29,297	3,000	,117
Error	58,594	6	9,766		
Total	273,438	12			

a. R Squared = ,786 (Adjusted R Squared = ,571)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Buracos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	384,115 ^a	6	64,019	4,538	,044
Bloco	123,698	2	61,849	4,385	,067
Modalidade	52,083	3	17,361	1,231	,378
Error	84,635	6	14,106		
Total	468,750	12			

a. R Squared = ,819 (Adjusted R Squared = ,639)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFE (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	10470592119,706 ^a	6	1745098686,618	1090,245	,000
Modalidade	2510532,348	3	836844,116	,523	,669

Bloco	23405383,738	2	11702691,869	7,311	,002
Error	67227224,303	42	1600648,198		
Total	10537819344,008	48			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,993)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFE (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	8912776800,319 ^a	6	1485462800,053	1612,267	,000
Modalidade	2713033,209	3	904344,403	,982	,411
Bloco	1481248,924	2	740624,462	,804	,454
Error	38696727,574	42	921350,657		
Total	8951473527,893	48			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,603 ^a	6	,100	128,600	,000
Modalidade	,007	3	,002	2,933	,121
Bloco	,011	2	,005	6,867	,028
Error	,005	6	,001		
Total	,608	12			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,985)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1,651 ^a	6	,275	107,816	,000
Modalidade	,015	3	,005	1,959	,222
Bloco	,023	2	,011	4,429	,066
Error	,015	6	,003		

Total	1,666	12			
-------	-------	----	--	--	--

a. R Squared = ,991 (Adjusted R Squared = ,982)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2,043 ^a	6	,341	31,287	,000
Bloco	,035	2	,017	1,593	,279
Modalidade	,089	3	,030	2,718	,137
Error	,065	6	,011		
Total	2,109	12			

a. R Squared = ,969 (Adjusted R Squared = ,938)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,225 ^a	6	,537	93,532	,000
Bloco	,036	2	,018	3,163	,115
Modalidade	,062	3	,021	3,610	,085
Error	,034	6	,006		
Total	3,259	12			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,979)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	10,653 ^a	6	1,775	128,583	,000
Bloco	,131	2	,066	4,760	,022
Modalidade	,054	3	,018	1,295	,307
Error	,249	18	,014		
Total	10,901	24			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,970)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	9,712 ^a	6	1,619	80,723	,000
Modalidade	,046	3	,015	,769	,526
Bloco	,146	2	,073	3,647	,047
Error	,361	18	,020		
Total	10,073	24			

a. R Squared = ,964 (Adjusted R Squared = ,952)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	10,653 ^a	6	1,775	128,583	,000
Bloco	,131	2	,066	4,760	,022
Modalidade	,054	3	,018	1,295	,307
Error	,249	18	,014		
Total	10,901	24			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,970)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	49,813 ^a	6	8,302	800,337	,000
Modalidade	,215	3	,072	6,911	,003
Bloco	,076	2	,038	3,648	,047
Error	,187	18	,010		
Total	49,999	24			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	55,117 ^a	6	9,186	947,112	,000
Bloco	,050	2	,025	2,588	,103
Modalidade	,011	3	,004	,390	,761

Error	,175	18	,010		
Total	55,291	24			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,996)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	46,204 ^a	6	7,701	206,657	,000
Bloco	,031	2	,015	,414	,667
Modalidade	,038	3	,013	,344	,794
Error	,671	18	,037		
Total	46,874	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,981)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4,728 ^a	6	,788	22,033	,000
Modalidade	,534	3	,178	4,977	,011
Bloco	,110	2	,055	1,536	,242
Error	,644	18	,036		
Total	5,371	24			

a. R Squared = ,880 (Adjusted R Squared = ,840)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	29,755 ^a	6	4,959	79,404	,000
Bloco	,041	2	,021	,332	,722
Modalidade	,453	3	,151	2,416	,100
Error	1,124	18	,062		
Total	30,879	24			

a. R Squared = ,964 (Adjusted R Squared = ,951)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PHF (Bar)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	5410,127 ^a	6	901,688	227,098	,000
Bloco	3,139	2	1,570	,395	,679
Modalidade	4,615	3	1,538	,387	,763
Error	67,498	17	3,970		
Total	5477,625	23			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,983)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	46,373 ^a	6	7,729	296,821	,000
Modalidade	,055	3	,018	,700	,564
Bloco	,045	2	,023	,871	,435
Error	,469	18	,026		
Total	46,842	24			

a. R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,987)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	319,973 ^a	6	53,329	9,236	,008
Bloco	53,531	2	26,765	4,635	,061
Modalidade	13,166	3	4,389	,760	,556
Error	34,646	6	5,774		
Total	354,619	12			

a. R Squared = ,902 (Adjusted R Squared = ,805)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	424,776 ^a	6	70,796	9,994	,007

Bloco	215,056	2	107,528	15,179	,004
Modalidade	58,206	3	19,402	2,739	,136
Error	42,505	6	7,084		
Total	467,281	12			

a. R Squared = ,909 (Adjusted R Squared = ,818)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	180,384 ^a	6	30,064	17,152	,002
Bloco	2,875	2	1,437	,820	,484
Modalidade	4,685	3	1,562	,891	,498
Error	10,517	6	1,753		
Total	190,901	12			

a. R Squared = ,945 (Adjusted R Squared = ,890)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Álcool Provável (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4822,693 ^a	6	803,782	2810,700	,000
Bloco	,203	2	,101	,354	,707
Modalidade	,155	3	,052	,181	,908
Error	5,148	18	,286		
Total	4827,840	24			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,999)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	334,397 ^a	6	55,733	15199,864	,000
Bloco	,027	2	,014	3,723	,044
Modalidade	,012	3	,004	1,123	,366
Error	,066	18	,004		
Total	334,463	24			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Acidez Total (g/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	451,697 ^a	6	75,283	1828,557	,000
Bloco	,035	2	,017	,424	,662
Modalidade	,078	3	,026	,627	,608
Error	,659	16	,041		
Total	452,356	22			

a. R Squared = ,999 (Adjusted R Squared = ,998)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Antocianinas (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	286740,188 ^a	6	47790,031	668,821	,000
Bloco	252,722	2	126,361	1,768	,204
Modalidade	163,045	3	54,348	,761	,533
Error	1071,812	15	71,454		
Total	287812,000	21			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,995)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Polifenóis (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	13888353,871 ^a	6	2314725,645	1152,311	,000
Bloco	29135,091	2	14567,545	7,252	,005
Modalidade	7456,738	3	2485,579	1,237	,325
Error	36157,829	18	2008,768		
Total	13924511,700	24			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,997)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nº Cachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--------	-------------------------	----	-------------	---	------

Model	71655,733 ^a	6	11942,622	375,500	,000
Bloco	11,433	2	5,717	,180	,836
Modalidade	91,233	3	30,411	,956	,414
Error	7442,267	234	31,805		
Total	79098,000	240			

a. R Squared = ,906 (Adjusted R Squared = ,903)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso Cachos (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	917678437,500 ^a	6	152946406,250	221,245	,000
Bloco	2792645,833	2	1396322,917	2,020	,135
Modalidade	5597781,250	3	1865927,083	2,699	,046
Error	161764062,500	234	691299,412		
Total	1079442500,000	240			

a. R Squared = ,850 (Adjusted R Squared = ,846)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: média peso dos cachos (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3007896,715 ^a	6	501316,119	636,579	,000
Bloco	4718,774	2	2359,387	2,996	,052
Modalidade	6497,111	3	2165,704	2,750	,044
Error	183491,213	233	787,516		
Total	3191387,928	239			

a. R Squared = ,943 (Adjusted R Squared = ,941)

Anexo VI – Dados Estatísticos – I8

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Carga

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	11988,117 ^a	6	1998,019	620,836	,000
Modalidade	2,292	3	,764	,237	,870
Bloco	5,817	2	2,908	,904	,408
Error	366,883	114	3,218		
Total	12355,000	120			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,969)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Pâmpanos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	14030,250 ^a	6	2338,375	409,014	,000
Modalidade	5,800	3	1,933	,338	,798
Bloco	27,650	2	13,825	2,418	,094
Error	651,750	114	5,717		
Total	14682,000	120			

a. R Squared = ,956 (Adjusted R Squared = ,953)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NºCachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	18993,244 ^a	6	3165,541	288,808	,000
Modalidade	6,720	3	2,240	,204	,893
Bloco	56,637	2	28,319	2,584	,080
Error	1183,756	108	10,961		
Total	20177,000	114			

a. R Squared = ,941 (Adjusted R Squared = ,938)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: %abrolhamento

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1377210,693 ^a	6	229535,115	1679,631	,000
Modalidade	26,685	3	8,895	,065	,978
Bloco	2084,018	2	1042,009	7,625	,001
Error	15032,390	110	136,658		
Total	1392243,083	116			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,989)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Índice Fertilidade Potencial

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	65,981 ^a	6	10,997	476,716	,000
Modalidade	,033	3	,011	,475	,700
Bloco	,856	2	,428	18,547	,000
Error	2,307	100	,023		
Total	68,288	106			

a. R Squared = ,966 (Adjusted R Squared = ,964)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	409,601 ^a	6	68,267	32,114	,000
Bloco	1,084	2	,542	,255	,776
Modalidade	16,110	3	5,370	2,526	,070
Error	89,281	42	2,126		
Total	498,882	48			

a. R Squared = ,821 (Adjusted R Squared = ,795)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	244,247 ^a	6	40,708	82,882	,000
Modalidade	,540	3	,180	,366	,778
Bloco	1,310	2	,655	1,334	,275

Error	20,137	41	,491		
Total	264,384	47			

a. R Squared = ,924 (Adjusted R Squared = ,913)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFp_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	157,139 ^a	6	26,190	49,915	,000
Bloco	1,093	2	,546	1,041	,362
Modalidade	2,822	3	,941	1,793	,164
Error	20,988	40	,525		
Total	178,127	46			

a. R Squared = ,882 (Adjusted R Squared = ,865)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	458,216 ^a	6	76,369	20,862	,000
Bloco	3,196	2	1,598	,437	,649
Modalidade	27,908	3	9,303	2,541	,070
Error	146,431	40	3,661		
Total	604,646	46			

a. R Squared = ,758 (Adjusted R Squared = ,721)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	148,037 ^a	6	24,673	30,776	,000
Modalidade	2,647	3	,882	1,101	,360
Bloco	,386	2	,193	,241	,787
Error	33,671	42	,802		
Total	181,708	48			

a. R Squared = ,815 (Adjusted R Squared = ,788)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFn_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	228,121 ^a	6	38,020	25,929	,000
Bloco	2,597	2	1,298	,885	,421
Modalidade	1,020	3	,340	,232	,874
Error	57,186	39	1,466		
Total	285,308	45			

a. R Squared = ,800 (Adjusted R Squared = ,769)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1750,123 ^a	6	291,687	32,778	,000
Bloco	15,268	2	7,634	,858	,432
Modalidade	60,298	3	20,099	2,259	,096
Error	364,850	41	8,899		
Total	2114,973	47			

a. R Squared = ,827 (Adjusted R Squared = ,802)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	752,363 ^a	6	125,394	73,884	,000
Modalidade	5,215	3	1,738	1,024	,392
Bloco	,656	2	,328	,193	,825
Error	69,584	41	1,697		
Total	821,947	47			

a. R Squared = ,915 (Adjusted R Squared = ,903)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AFtot_vid (m2)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	676,168 ^a	6	112,695	52,157	,000

Bloco	4,823	2	2,411	1,116	,338
Modalidade	5,713	3	1,904	,881	,459
Error	82,107	38	2,161		
Total	758,275	44			

a. R Squared = ,892 (Adjusted R Squared = ,875)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	189,785 ^a	6	31,631	241,070	,000
MODALIDADE	,334	3	,111	,848	,494
BLOCO	,140	2	,070	,535	,599
Error	1,575	12	,131		
Total	191,359	18			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,988)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NCF

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	266,208 ^a	6	44,368	144,240	,000
MODALIDADE	,923	3	,308	1,000	,417
BLOCO	2,617	2	1,309	4,254	,032
Error	5,229	17	,308		
Total	271,438	23			

a. R Squared = ,981 (Adjusted R Squared = ,974)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Fint

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	48575,602 ^a	6	8095,934	126,816	,000
MODALIDADE	92,309	3	30,770	,482	,699
BLOCO	411,411	2	205,706	3,222	,064
Error	1149,122	18	63,840		
Total	49724,724	24			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,969)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Fint

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	53319,808 ^a	6	8886,635	248,046	,000
MODALIDADE	262,857	3	87,619	2,446	,097
BLOCO	271,792	2	135,896	3,793	,042
Error	644,878	18	35,827		
Total	53964,686	24			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,984)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Cext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	943,405 ^a	6	157,234	1,623	,201
BLOCO	70,657	2	35,328	,365	,700
MODALIDADE	427,318	3	142,439	1,470	,258
Error	1646,984	17	96,881		
Total	2590,389	23			

a. R Squared = ,364 (Adjusted R Squared = ,140)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Cext

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	8377,687 ^a	6	1396,281	2,046	,118
MODALIDADE	2619,644	3	873,215	1,280	,315
BLOCO	22,336	2	11,168	,016	,984
Error	10917,076	16	682,317		
Total	19294,763	22			

a. R Squared = ,434 (Adjusted R Squared = ,222)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % BURACOS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	169,271 ^a	6	28,212	,830	,562
MODALIDADE	71,615	3	23,872	,702	,563
BLOCO	39,063	2	19,531	,574	,573
Error	611,979	18	33,999		
Total	781,250	24			

a. R Squared = ,217 (Adjusted R Squared = -,044)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % BURACOS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	352,248 ^a	6	58,708	2,190	,099
MODALIDADE	154,145	3	51,382	1,916	,168
BLOCO	13,706	2	6,853	,256	,778
Error	429,002	16	26,813		
Total	781,250	22			

a. R Squared = ,451 (Adjusted R Squared = ,245)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	,665 ^a	6	,111	41,194	,000
Bloco	,014	2	,007	2,574	,156
Modalidade	,021	3	,007	2,606	,147
Error	,016	6	,003		
Total	,681	12			

a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,953)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1,329 ^a	6	,221	165,675	,000
Bloco	,000	2	,000	,117	,892
Modalidade	,012	3	,004	2,948	,120

Error	,008	6	,001		
Total	1,337	12			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,988)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1,464 ^a	6	,244	23,000	,001
Bloco	,018	2	,009	,830	,481
Modalidade	,045	3	,015	1,427	,324
Error	,064	6	,011		
Total	1,528	12			

a. R Squared = ,958 (Adjusted R Squared = ,917)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,025 ^a	6	,504	141,654	,000
Bloco	,032	2	,016	4,493	,064
Modalidade	,043	3	,014	4,000	,070
Error	,021	6	,004		
Total	3,046	12			

a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,986)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	8,379 ^a	6	1,397	129,222	,000
Bloco	,057	2	,028	2,634	,099
Modalidade	,097	3	,032	2,998	,058
Error	,195	18	,011		
Total	8,574	24			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,970)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	8,639 ^a	6	1,440	77,186	,000
Bloco	,048	2	,024	1,286	,301
Modalidade	,130	3	,043	2,329	,109
Error	,336	18	,019		
Total	8,975	24			

a. R Squared = ,963 (Adjusted R Squared = ,950)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	8,379 ^a	6	1,397	129,222	,000
Modalidade	,097	3	,032	2,998	,058
Bloco	,057	2	,028	2,634	,099
Error	,195	18	,011		
Total	8,574	24			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,970)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	33,862 ^a	6	5,644	95,461	,000
Bloco	,308	2	,154	2,602	,102
Modalidade	,184	3	,061	1,037	,400
Error	1,064	18	,059		
Total	34,926	24			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,959)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	46,413 ^a	6	7,735	786,238	,000

Bloco	,001	2	,001	,057	,945
Modalidade	,012	3	,004	,392	,761
Error	,157	16	,010		
Total	46,570	22			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,995)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	41,483 ^a	6	6,914	319,484	,000
Bloco	,085	2	,042	1,960	,170
Modalidade	,054	3	,018	,838	,491
Error	,390	18	,022		
Total	41,873	24			

a. R Squared = ,991 (Adjusted R Squared = ,988)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3,995 ^a	6	,666	37,123	,000
Bloco	,061	2	,030	1,700	,211
Modalidade	,652	3	,217	12,123	,000
Error	,323	18	,018		
Total	4,318	24			

a. R Squared = ,925 (Adjusted R Squared = ,900)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	33,013 ^a	6	5,502	118,160	,000
Bloco	,013	2	,006	,138	,872
Modalidade	,100	3	,033	,714	,556
Error	,838	18	,047		
Total	33,851	24			

a. R Squared = ,975 (Adjusted R Squared = ,967)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	53,039 ^a	6	8,840	560,705	,000
Modalidade	,014	3	,005	,286	,835
Bloco	,013	2	,007	,421	,664
Error	,252	16	,016		
Total	53,291	22			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,993)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ψ_0 (Mpa)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	43,184 ^a	6	7,197	302,490	,000
Bloco	,397	2	,199	8,343	,003
Modalidade	,053	3	,018	,745	,539
Error	,428	18	,024		
Total	43,612	24			

a. R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,987)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	333,010 ^a	6	55,502	4,431	,046
Bloco	86,493	2	43,247	3,453	,100
Modalidade	4,955	3	1,652	,132	,938
Error	75,148	6	12,525		
Total	408,158	12			

a. R Squared = ,816 (Adjusted R Squared = ,632)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--------	-------------------------	----	-------------	---	------

Model	500,794 ^a	6	83,466	17,510	,001
Bloco	242,172	2	121,086	25,402	,001
Modalidade	24,626	3	8,209	1,722	,261
Error	28,600	6	4,767		
Total	529,394	12			

a. R Squared = ,946 (Adjusted R Squared = ,892)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	232,638 ^a	6	38,773	297,435	,000
Bloco	6,647	2	3,323	25,494	,001
Modalidade	1,005	3	,335	2,570	,150
Error	,782	6	,130		
Total	233,421	12			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,993)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Álcool Provável (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	4861,995 ^a	6	810,333	1915,428	,000
Bloco	1,123	2	,562	1,328	,290
Modalidade	1,611	3	,537	1,270	,315
Error	7,615	18	,423		
Total	4869,610	24			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,998)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	344,045 ^a	6	57,341	7106,731	,000
Bloco	,051	2	,025	3,150	,067
Modalidade	,013	3	,004	,542	,660
Error	,145	18	,008		
Total	344,190	24			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = ,999)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Acidez Total (g/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	456,676 ^a	6	76,113	1249,500	,000
Bloco	,584	2	,292	4,796	,021
Modalidade	,193	3	,064	1,056	,392
Error	1,096	18	,061		
Total	457,773	24			

a. R Squared = ,998 (Adjusted R Squared = ,997)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Antocianas (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	308483,833 ^a	6	51413,972	159,694	,000
Bloco	2826,333	2	1413,167	4,389	,028
Modalidade	781,458	3	260,486	,809	,505
Error	5795,167	18	321,954		
Total	314279,000	24			

a. R Squared = ,982 (Adjusted R Squared = ,975)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Polifenóis (mg/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	12892952,026 ^a	6	2148825,338	535,287	,000
Bloco	6417,908	2	3208,954	,799	,465
Modalidade	15775,775	3	5258,592	1,310	,302
Error	72258,124	18	4014,340		
Total	12965210,150	24			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,993)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Ácido Málico (g/l)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	80,192 ^a	6	13,365	203,913	,000
Bloco	,071	2	,036	,545	,589
Modalidade	,003	3	,001	,013	,998
Error	1,180	18	,066		
Total	81,372	24			

a. R Squared = ,986 (Adjusted R Squared = ,981)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Peso médio bago (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	39,306 ^a	6	6,551	617,100	,000
Bloco	,020	2	,010	,937	,410
Modalidade	,041	3	,014	1,290	,308
Error	,191	18	,011		
Total	39,497	24			

a. R Squared = ,995 (Adjusted R Squared = ,994)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nº Cachos

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	35337,917 ^a	6	5889,653	185,676	,000
Bloco	100,117	2	50,058	1,578	,211
Modalidade	11,667	3	3,889	,123	,947
Error	3616,083	114	31,720		
Total	38954,000	120			

a. R Squared = ,907 (Adjusted R Squared = ,902)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: peso médio dos cachos (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1413212,227 ^a	6	235535,371	327,227	,000
Bloco	378,396	2	189,198	,263	,769

Modalidade	982,040	3	327,347	,455	,714
Error	82056,280	114	719,792		
Total	1495268,506	120			

a. R Squared = ,945 (Adjusted R Squared = ,942)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: peso médio dos cachos (g)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1355259,156 ^a	6	225876,526	368,347	,000
Bloco	602,181	2	301,090	,491	,613
Modalidade	810,497	3	270,166	,441	,724
Error	68680,350	112	613,217		
Total	1423939,506	118			

a. R Squared = ,952 (Adjusted R Squared = ,949)