



MESTRADO EM ENGENHARIA AGRONÓMICA

Variabilidade espacial e temporal da qualidade da uva e sua relação com a condutividade eléctrica aparente do solo e diversos parâmetros fisiográficos da vinha

Dissertação de Mestrado elaborada por:

Teresa Alice Cordovil Potes Cordovil Fino

Orientador:

Prof. Doutor José Rafael Marques da Silva

Évora, 2012



MESTRADO EM ENGENHARIA AGRONÓMICA

Variabilidade espacial e temporal da qualidade da uva e sua relação com a condutividade eléctrica aparente do solo e diversos parâmetros fisiográficos da vinha

Dissertação de Mestrado elaborada por:

Teresa Alice Cordovil Potes Cordovil Fino

Orientador:

Prof. Doutor José Rafael Marques da Silva

Évora, 2012

Variabilidade espacial e temporal da qualidade da uva e sua relação com a condutividade eléctrica aparente do solo e diversos parâmetros fisiográficos da vinha



Dissertação de Mestrado elaborada por:

Teresa Alice Cordovil Potes Cordovil Fino

Orientador:

José Rafael Marques da Silva

Évora, 2012

Agradecimentos

Ao Professor José Rafael pela disponibilidade demonstrada ao longo da realização deste trabalho e por todos os conhecimentos que me transmitiu.

Aos Senhores Custódio e Condeças pela colaboração na componente prática e pela disponibilidade para as várias deslocações à “Herdade dos Coelheiros”.

À equipa da “Herdade dos Coelheiros” por todo o apoio, especialmente à Zézinha, Filipe e Luís por me ajudarem a conhecer melhor a vinha, disponibilizarem toda a informação de que necessitei e esclarecerem as minhas dúvidas.

Aos meus Pais e restante Família pelo incentivo à elaboração deste trabalho.

Ao meu Marido e à minha Filha a colaboração e compreensão pela atenção que deixei de lhes dedicar durante a elaboração deste trabalho.

RESUMO

O objectivo deste trabalho é estudar parte da vinha não regada da “Herdade dos Coelheiros”, de forma a verificar se existe algum padrão relacional entre a qualidade da uva produzida e a conductividade eléctrica aparente do solo.

Este trabalho foi levado a cabo por se acreditar que a conductividade eléctrica aparente pode representar uma forma simples e económica de compreender as características de um determinado solo, podendo assim adequar-se o seu potencial à utilização real.

Procedeu-se ao mapeamento da conductividade eléctrica aparente do solo com o sensor electromagnético DUALEM-1 ao longo de duas parcelas, em simultâneo com a sua georreferenciação, operação que abriu caminho à prática de uma agricultura de precisão.

A recolha de monólitos e a elaboração de análises de solo permitiram relacionar as suas características com a conductividade eléctrica de modo a melhor compreender quais têm maior influência e qual a sua distribuição.

Verificou-se que, o que mais afectou a conductividade eléctrica aparente do solo foi a camada argilosa, localizada a pouca profundidade, sobretudo nas zonas de declive mais acentuado devido a processos erosivos passados, que a deixaram a descoberto.

A qualidade da uva foi avaliada de acordo com o pH, acidez total e grau alcoólico provável verificados logo após a colheita.

As zonas de maior conductividade eléctrica aparente do solo foram as que apresentaram uvas de melhor qualidade.

Palavras-chave: agricultura de precisão, conductividade eléctrica, qualidade, rendimento, solo, uva, potencial.

Spatial and temporal variability of the quality of the grape and its relation to soil apparent electrical conductivity and diverse physiographic parameters of the vineyard

Abstract

The aim of this research is to study part of the not irrigated vineyard of "Herdade dos Coelheiros" in order to determine if there is any relational pattern between the quality of grapes produced and apparent soil electrical conductivity.

This study was carried out since it is believed that the electrical conductivity may represent a simple and economic way to understand the characteristics of a soil and may thus fit the potential of a soil to its real use.

We carried out the mapping of the apparent soil electrical conductivity using an electromagnetic sensor DUALEM-1 over two installments together with its georeferencing. This operation pioneered the practice of precision agriculture.

The collection of monoliths and the preparation of soil analysis allowed us to relate their characteristics to the electrical conductivity in order to better understand which once have the greatest influence and what is its distribution.

It was found that the clay layer, located at a shallow depth, had greater influence in electrical apparent conductivity, particularly in areas of steeper slope.

The grape quality was evaluated according to the pH, total acidity and probable alcoholic degree observed immediately after harvest.

The areas of greatest apparent soil electrical conductivity showed the best quality grapes.

ÍNDICE

RESUMO.....	5
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
1.1. Agricultura de Precisão.....	15
1.2. Cultura da vinha.....	16
1.2.1. Rega.....	16
1.2.2. Poda.....	17
1.2.3. Maturação das uvas.....	19
1.2.3.1. pH e Acidez Total.....	20
1.2.3.2. Graus Baumé e Brix.....	21
1.2.3.3. Densidade.....	21
1.2.3.4. Grau de álcool provável.....	22
1.2.4. Qualidade da uva.....	22
1.3. Qualidade do solo.....	23
1.4. Conductividade eléctrica.....	24
1.4.1. Princípios da conductividade eléctrica/ Resistividade eléctrica.....	24
1.4.2. Aparelhos de medição/ Sensores electromagnéticos.....	25
1.4.2.1. Indução electromagnética.....	26
1.4.2.1.1. EM38.....	27
1.4.2.1.2. DUALEM.....	28
1.4.2.2. Sensores de contacto.....	29
1.4.2.2.1. VERIS.....	30
1.4.2.3. Time domain reflectometry (TDR)	30
1.4.3. Resultados e aplicações.....	33
1.5. Conductividade eléctrica versus Rendimento.....	40
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
2.1. Descrição do local de estudo.....	42
2.2. Solos predominantes e suas características.....	44
2.3. Topografia.....	45
2.4. Clima.....	45
2.4.1. Registo de temperatura.....	47

2.4.2. Registo de precipitação.....	47
2.5. Tecnologias de produção.....	48
2.6. Acompanhamento de maturação.....	48
2.7. Colheita.....	49
2.8. Medição da Conductividade eléctrica do solo e georreferenciação dos dados.....	50
2.9. Recolha de monólitos.....	51
2.10. Análises de solo.....	52
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
3.1. Produção.....	53
3.2. Maturação.....	58
3.2.1. pH.....	59
3.2.2. Acidez total.....	62
3.2.3. Densidade.....	65
3.2.4. Grau alcoólico provável.....	67
3.3. Classificação qualitativa das uvas.....	69
3.4. Conductividade eléctrica.....	78
3.4.1. Monólitos	84
3.4.2. Análises de solo.....	88
3.5. Limitações.....	91
4. CONCLUSÃO.....	93
5. BIBLIOGRAFIA.....	95
<i>Sites</i> consultados.....	102
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapas obtidos com sensor de indução electromagnética (esquerda) e de contacto (Lund <i>et al.</i> , 1999).....	26
Figura 2 - Sensor Veris 3100 com duas matrizes que permitem recolher dados de conductividade eléctrica do solo a duas profundidades, 0-25 cm e 0-75 cm (Lund <i>et al.</i> , 1999).....	30
Figura 3 – Fotografia aérea da parcela Coelheiros 1 com respectivos talhões.....	42
Figura 4 – Fotografia aérea da parcela Coelheiros 1 com respectivos talhões.....	43
Figura 5 – Temperatura Média Mensal de Janeiro a Setembro de 2010.....	47
Figura 6 – Gráfico Termopluiométrico de Janeiro a Setembro de 2010.....	47
Figura 7 – Produções anuais dos diferentes talhões da parcelas Coelheiros 1.....	53
Figura 8 – Produções anuais dos diferentes talhões da parcelas Coelheiros 2.....	54
Figura 9 – Produções anuais da parcela Coelheiros 2 agrupadas por casta.....	54
Figura 10 – Evolução temporal da produção em kg/ha nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	55
Figura 11 – Evolução temporal da produção em kg/planta nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	55
Figura 12 – Evolução temporal da produção em kg/ha nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	56
Figura 13 – Evolução temporal da produção em kg/planta nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	57
Figura 14 – Evolução do pH nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	59
Figura 15 – Evolução do pH nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	59
Figura 16 – Evolução do pH nos diferentes talhões com a casta Aragonez.....	60
Figura 17 – Evolução do pH nos diferentes talhões com a casta Cabernet.....	61
Figura 18 – Evolução da acidez total nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	62
Figura 19 – Evolução da acidez total nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	62
Figura 20 – Evolução da acidez total nos diferentes talhões com a casta Aragonez.....	63
Figura 21 – Evolução da acidez total nos diferentes talhões com a casta Cabernet.....	64
Figura 22 – Evolução da densidade nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	65
Figura 23 – Evolução da densidade nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	66
Figura 24 – Evolução da densidade nos diferentes talhões com a casta Aragonez.....	66

Figura 25 – Evolução da densidade nos diferentes talhões com a casta Cabernet.....	67
Figura 26 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	67
Figura 27 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	68
Figura 28 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões com a casta Aragonez.....	68
Figura 29 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões com a casta Cabernet.....	69
Figura 30 – Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 1 de acordo com critérios definidos por Ricardo Braga.....	73
Figura 31 – Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 2 de acordo com critérios definidos por Ricardo Braga.....	74
Figura 32 – Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 1 de acordo com critérios definidos por Luís Maia.....	75
Figura 33 – Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 2 de acordo com critérios definidos por Luís Maia.....	76
Figura 34 – Quantidade de uva produzida nos diferentes talhões em 2010 versus qualidade segundo critérios definidos por Ricardo Braga e Luís Maia.....	77
Figura 35 – Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 1.....	80
Figura 36 – Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 1.....	81
Figura 37 – Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 2.....	82
Figura 38 – Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 2.....	83
Figura 39 – Teor de fósforo em ppm existente nos diferentes talhões.....	88
Figura 40 – Teor de potássio em ppm existente nos diferentes talhões.....	89
Figura 41 – Percentagem de matéria orgânica existente nos diferentes talhões.....	89
Figura 42 – Complexo de bases de troca verificado nos diferentes talhões.....	90
Figura 43 – Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.....	120
Figura 44 – Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.....	120
Figura 45 – Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões com a casta Aragonez.....	121

Figura 46 – Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões com a casta Cabernet.....	121
Figura 47 – Perfuração do solo com a sonda.....	124
Figura 48 – Calha para colocação dos monólitos, previamente forrada com papel aderente.....	124
Figura 49 – Sonda a ser retirada do solo após perfuração total.....	125
Figura 50 – Monólito na calha plástica.....	125
Figura 51 – Aspecto das entrelinhas a 12 de Abril de 2010.....	126
Figura 52 – Primeiras folhas separadas observadas a 12 de Abril de 2010.....	126
Figura 53 – Aspecto dos cachos a 25 de Junho de 2010.....	127
Figura 54 – Montagem do sensor de conductividade eléctrica DUALEM e seu acumulado ao tractor vinhateiro gentilmente cedido pela “Herdade dos Coelheiros”.....	128
Figura 55 – Tractor vinhateiro a percorrer as entrelinhas com sensor DUALEM acumulado e GPS a 12 de Abril de 2010.....	128

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo de estudos efectuados com recurso a sensores electromagnéticos.....	31
Tabela 2 – Artigos científicos em que propriedades físicas e químicas do solo foram relacionadas com a condutividade eléctrica do solo.....	37
Tabela 3 – Áreas e número de plantas por talhão.....	44
Tabela 4 – Período em que foi efectuada a colheita da uva no ano 2010.....	50
Tabela 9 – Produção obtida nos diferentes talhões das Parcelas Coelheiros 1 e 2 no ano 2010...	57
Tabela 10 – Classificação das uvas tintas de acordo com critérios definidos por Ricardo Braga (2009).....	71
Tabela 11 – Classificação das uvas tintas de acordo com os critérios sugeridos por Luís Maia.....	72
Tabela 12 – Diferenciação qualitativa realizada às uvas obtidas.....	78
Tabela 13 – Valores de condutividade eléctrica nos diferentes pontos.....	84
Tabela 14 – Características dos monólitos recolhidos na parcela Coelheiros 1.....	85
Tabela 15 – Características dos monólitos recolhidos na parcela Coelheiros 1.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Descrição dos Solos Mediterrâneos Pardos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm).....	103
Anexo 2: Organização da parcela Coelheiros 1.....	104
Anexo 3: Organização da parcela Coelheiros 2.....	105
Anexo 4: Altimetria da parcela Coelheiros 1.....	106
Anexo 5: Altimetria da parcela Coelheiros 2.....	107
Anexo 6: Curvas de nível da parcela Coelheiros 1.....	108
Anexo 7: Curvas de nível da parcela Coelheiros 2.....	109
Anexo 8: Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 1 até 20-30 cm de profundidade.....	110
Anexo 9: Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 1 até 50-60 cm de profundidade.....	111
Anexo 10: Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 2 até 20-30 cm de profundidade.....	112
Anexo 11: Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 2 até 50-60 cm de profundidade.....	113
Anexo 12: Monólitos Coelheiros 1.....	114
Anexo 13: Monólitos Coelheiros 2.....	115
Anexo 14: Controlo sanitário realizado nos diferentes talhões.....	116
Anexo 15: Produtos utilizados no controlo sanitário realizado.....	117
Anexo 16: Poda efectuada nos diferentes talhões.....	118
Anexo 17: Monda química efectuada nos diferentes talhões.....	119
Anexo 18: Evolução da produção de uva por hectare nos diferentes talhões.....	120
Anexo 19: Produções anuais dos diferentes talhões em kg/planta.....	120
Anexo 20: Evolução do Grau Baumé ao longo dos diferentes talhões.....	121
Anexo 21: Pontos de recolha das análises de solo na parcela Coelheiros 1.....	123
Anexo 22: Pontos de recolha das análises de solo na parcela Coelheiros 2.....	124
Anexo 23: Fotografias – recolha de monólitos.....	125
Anexo 24: Fotografias – desenvolvimento das plantas.....	127
Anexo 25: Fotografias – recolha de dados de conductividade eléctrica aparente do solo e levantamento topográfico.....	129

Anexo 26: Análises de solo efectuadas nos diferentes talhões.....	130
Anexo 27: Acompanhamento de maturação na parcela Coelheiros 1.....	131
Anexo 28: Acompanhamento de maturação na parcela Coelheiros 2.....	132

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Agricultura de Precisão

Para fazer face à escassez de alimentos existente à escala mundial provocada pelo crescimento da população, torna-se necessário que a agricultura caminhe no sentido de uma maior sustentabilidade, conjugando produção agrícola, estabilidade económica, utilização e degradação de recursos e impacto ambiental (Corwin *et al.*, 2006).

A busca pela sustentabilidade da agricultura passa em grande parte pela agricultura de precisão, uma vez que esta contribui para o equilíbrio entre rendimento da cultura, rentabilidade, utilização de recursos naturais, sustentabilidade do sistema solo-planta-água e impacto ambiental (Corwin e Plant, 2005).

Segundo Birrel *et al.* (1995) está hoje bem comprovado e documentado que a variabilidade espacial tem grande influência no desenvolvimento das culturas, após diversos estudos com início em 1973 por Nielson *et al.*.

De acordo com Larson e Robert (1991) a variabilidade espacial que surge nas culturas é resultado de uma complexa interação entre factores biológicos, edáficos, antropogénicos, topográficos e climáticos.

A utilização de recursos de forma diferenciada, sugerida pela agricultura de precisão, pode permitir um melhor aproveitamento e melhoria do rendimento das culturas, através do envolvimento de tecnologias de informação electrónica para alterar a gestão dos solos ou o controlo de pragas (Corwin e Plant, 2005). A densidade de plantação do milho, por exemplo, pode ser escolhida com base na profundidade da camada superficial do solo, permitindo um aumento do rendimento da cultura em casos em que este é um factor limitante (Bitzer *et al.*, 1996).

A taxa de aplicação de herbicida no solo pode também ser adaptada ao teor de matéria orgânica e textura do mesmo podendo assim aumentar-se a eficácia e optimização de produto (Lund *et al.*, 1998).

De futuro poderão surgir novas tecnologias de informação que permitam a melhoria dos dados obtidos e sua integração, permitindo obter uma completa caracterização temporal e

espacial de características topográficas, biológicas, meteorológicas e antropogénicas que influenciem a produtividade das culturas (Corwin e Lesch, 2005a).

A aplicação da agricultura de precisão é precedida do estudo da variabilidade da produtividade da cultura e qualidade da produção dentro de pequenas áreas, bem como das propriedades do solo que podem influenciar o seu desempenho.

Mapas de produtividade, fertilidade, conhecimento histórico do produtor, mudanças visíveis na aparência do solo e topografia, são alguns dos dados a ter em conta nas tomadas de decisão (Lund *et al.*, 1999). Com base nesta quantificação e análise podem então ajustar-se as quantidades a aplicar de fertilizantes, pesticidas ou mesmo a densidade de sementeira (Atherton *et al.*, 1999).

Doran e Parkin (1994) também defendiam a importância da análise quantitativa da qualidade do solo afirmando que esta é imprescindível para avaliar a sustentabilidade das práticas agrícolas realizadas.

De forma sintética a agricultura de precisão visa tratar de forma diferente aquilo que é de facto diferente conseguindo assim um melhor aproveitamento de recursos (Silva *et al.*, 2011).

O estudo da conductividade eléctrica aparente do solo tem-se revelado uma ferramenta importantíssima no campo da agricultura de precisão, prevendo-se que continue a representar esse papel no futuro (Corwin e Plant, 2005).

1.2. Cultura da vinha

1.2.1. Rega

Ao contrário do que sucede na generalidade das culturas agrícolas, no caso da vinha, não existe unanimidade em relação à necessidade de rega (Falcão, 2009). Esta cultura encontra-se bem adaptada ao sequeiro verificado nas regiões mediterrânicas uma vez que tolera a secura pela grande plasticidade e capacidade de aprofundamento do seu sistema radicular. As raízes podem atingir os 3-4 metros de profundidade em solos derivados de rochas xistosas fissuradas, sedimentares ou graníticas, sendo o seu crescimento limitado apenas por rocha compacta não fendilhada.

A aplicação de rega nesta cultura deve depender do clima e do tipo de solo, uma vez que a rega indiscriminada tem consequências negativas na qualidade do vinho obtido (Falcão, 2009).

O acesso a água abundante leva ao incremento da produção, com formação de inúmeras varas, rebentos e folhas largas, favorecendo ainda os problemas sanitários e o atraso da maturação (Falcão, 2009).

Se aplicada com método, a rega pode, no entanto, permitir a viabilidade da planta, especialmente em climas Mediterrânicos, em que a chuva apresenta carácter aleatório, com períodos de seca frequentes e prolongados durante a fase crítica da maturação (Falcão, 2009).

O sistema vulgarmente utilizado é a rega gota-a-gota, pois permite uma rega com défice controlado, aplicando-se apenas a quantidade de água estritamente necessária. O seu principal objectivo é manter as plantas próximo do limite do *stress* hídrico de forma a incentivar o alongamento das raízes em profundidade, contribuindo assim para a sua viabilidade, longevidade e maturações atempadas (Falcão, 2009).

1.2.2. Poda

Operação cultural que consiste no corte de uma parte dos ramos da videira com o objectivo de proporcionar melhores condições de produção¹ e harmonizar a parte aérea das plantas com a subterrânea.²

Trata-se de uma operação exigente em termos de mão-de-obra, na qual se deve avaliar a resposta da planta à poda do ano anterior através da sua robustez e atempamento dos sarmentos, bem como decidir a distribuição dos talões, varas e a carga (Ferreira, 2007), conferindo à videira uma forma favorável às intervenções de que venha a necessitar². Pode-se ainda intervir a nível fitossanitário identificando e actuando sobre focos de doenças (Ferreira, 2007).

A realização de uma poda correcta permite obter cachos maiores com bagos mais sumarentos, e mais ricos em açúcar que darão origem a vinhos mais graduados.

A regularização da produção é outro dos objectivos desta operação pois, impedindo a videira de frutificar demasiadamente num ano, evita-se que no ano seguinte fique sem

¹ - www.infovini.com

² - <http://www.lusawines.com/cA5.asp>

possibilidade de produzir³. Por outro lado, uma poda exagerada leva a videira a produzir mais madeira para restabelecer o que perdeu, em detrimento da produção de uva³.

A poda procura assim melhorar as condições de produção, harmonizando a função vegetativa - produção de varas - com a função produtiva - produção de uvas³.

A remoção dos lançamentos que surgem no tronco e/ou outras zonas permanentes, com origem em olhos adventícios, denomina-se **desladroa**. Estes órgãos, denominados ladrões, geralmente não produzem fruto e utilizam foto assimilados que poderiam ser úteis a outros órgãos da videira⁴. A realização deste tipo de poda deve-se ainda ao facto dos ladrões levarem a um adensamento do coberto vegetal, especialmente favorável ao desenvolvimento de doenças por estarem localizados muito perto do solo⁴.

A **poda de Inverno** deve ser realizada quando a videira está em descanso vegetativo, após a queda das folhas, garantindo-se assim que já ocorreu a emigração das substâncias aproveitáveis destes órgãos para as varas e cepas³. Este tipo de poda destina-se a preparar a produção do ano seguinte⁵, devendo ser evitada nas alturas de geadas fortes pois a cicatrização dos cortes é dificultada pela mesma³.

Quando a videira já apresenta folhas realiza-se a **pode verde**, com o objectivo de reduzir a expansão vegetativa, de modo que os recursos da planta sejam mais canalizados para os cachos⁵. Segundo Castro *et al.* (2006) as intervenções em verde podem ser determinantes na actividade fisiológica da videira sendo consideradas obrigatórias quando se pretendem vinhos de qualidade.

Feita sobre todas as partes herbáceas, a poda verde afecta sarmentos, folhas, gavinhas e cachos com o objectivo de obter um equilíbrio entre a parte produtora de foto assimilados (essencialmente as folhas) e a parte consumidora (cachos, varas e parte permanente da cepa). Evita que a videira tenha um coberto vegetal demasiado denso e uma distribuição de alimento mais ampla, o que tem consequências negativas quer a nível de iniciação floral, (leva ao nascimento de um menor número de flores), fertilidade (reduz), quer a nível da qualidade da colheita⁶.

³ <http://www.lusawines.com/cA5.asp>

⁴ <http://www.repository.utl.pt/>

⁵ www.infovini.com

⁶ <http://www.adegaalmeirim.pt/>

A poda verde não visa apenas o vingamento, maturação e sanidade dos cachos no ano em que é realizada, mas também a acumulação de foto assimilados, atempamento das varas e fertilidade dos gomos para o ano seguinte. Neste tipo de poda estão incluídos despampa, desponta, supressão de gavinhas, desfolha e desbaste ou monda de bagos⁷.

A **despampa**, por sua vez, é efectuada com o intuito de suprimir lançamentos menos produtivos, mal posicionados ou provenientes de rebentações múltiplas a partir do mesmo olho⁸.

A **poda de formação** é realizada com o objectivo de dar à planta a forma desejada segundo o sistema de poda adoptado, seja este em cordão, taça, leque ou misto⁷.

1.2.3. Maturação das uvas

A determinação do momento certo para iniciar uma vindima é de extrema delicadeza uma vez que se vai reflectir nas características e qualidade do vinho.

A qualidade potencial do vinho não depende exclusivamente dos metabolitos primários como o açúcar, mas também nos secundários como aroma e compostos fenólicos, sendo estes os principais responsáveis pelo aroma, sabor e cor do produto final.

No decorrer da maturação da uva ocorrem diversos fenómenos como:

- Acumulação de açúcares;
- Diminuição do teor de ácidos;
- Migração das matérias minerais;
- Modificação das paredes celulares;
- Evolução das substâncias azotadas;
- Evolução dos compostos fenólicos;
- Evolução das substâncias aromáticas⁹;
- Crescimento do bago de uva;
- Coloração da pele (Peynaud, 1981).

A maturação é influenciada pela luz solar, temperatura ou disponibilidade de água, factores que, além de afectarem a planta, têm impacto directo sobre os bagos. Os cachos que

⁷ <http://www.lusawines.com/cA5.asp>

⁸ <http://www.repository.utl.pt/>

⁹ <http://www.drapc.min-agricultura.pt/>

amadurecem à sombra, por exemplo, são mais pobres em açúcar, têm pH mais baixo, e acidez total e teor de ácido málico mais elevados¹⁰.

A data do início das vindimas deve assim ser determinada em função do clima, tipo de vinho que se pretende produzir, casta e estado sanitário (Peynaud, 1981).

O nível de maturação das uvas é um dos factores principais e mais decisivos no que toca à qualidade do vinho¹¹, sendo como tal desejável seguir de perto a sua evolução através de uma técnica de amostragem fidedigna (Peynaud, 1981). Para tal pode acompanhar-se a evolução de parâmetros como o pH, acidez total, grau Baumé, grau Brix, densidade ou provável, descritos de seguida.

1.2.3.1. pH e Acidez Total

A avaliação da acidez do mosto pode ser realizada através da determinação do pH, da acidez total ou do tipo de ácidos orgânicos presentes, bem como concentração individual dos mesmos, com especial destaque para o potássio (Champagnol, 1988; Champagnol, 1986).

Entre os diversos ácidos que entram na composição do mosto, os que constituem a acidez fixa são aqueles que não são arrastados pelo vapor de água, como é o caso do tartárico, málico e cítrico. Os ácidos voláteis como o acético, propanóico e butanóico são, por sua vez, responsáveis pela acidez volátil. Estes últimos resultam das reacções químicas que decorrem ao longo da maturação, sendo indicadores de qualidade de um vinho¹².

A acidez total consiste na acidez titulável com solução padrão de hidróxido de sódio ou potássio, e inclui os ácidos fixos e voláteis¹². Entre os vários constituintes dos vinhos, os que se relacionam com a acidez são os que mais sofrem a interferência dos factores naturais, como o clima e o solo (Rizzon *et al.*, 1998).

A acidez condiciona a estabilidade biológica, a cor e as características gustativas dos vinhos, tendo particular importância no caso dos vinhos tintos (Rizzon *et al.*, 1998; Somers, 1977).

Mostos com pH baixo estão mais protegidos da acção das enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa, ao passo que vinhos com pH elevado são mais susceptíveis às alterações

¹⁰ <http://www.drapc.min-agricultura.pt/>

¹¹ <ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/>

¹² <http://www.infopedia.pt/>

oxidativas e biológicas, pois o teor de dióxido de enxofre livre é proporcionalmente menor (Aerny, 1985).

O pH influencia directamente a estabilidade das antocianinas, portanto o conhecimento desta característica é extremamente importante quando se deseja obter mosto com altos teores de matéria corante (Malacrida e Motta, 2006).

Uvas com elevados teores de sólidos solúveis totais, polifenóis e antocianinas, bem como baixa acidez total permitem obter vinhos de qualidade superior (Bevilaqua, 1995).

1.2.3.2. Graus Baumé e Brix

Escala hidrométrica criada para medição da densidade de líquidos, indicando em percentagem o potencial de álcool que o vinho produzido pode vir a ter caso a fermentação seja conduzida até ao fim na presença de açúcar.

O grau Baumé foi determinado com um aerómetro mostímetro, com o qual se obtém a quantidade de açúcar existente no mosto¹³.

O teor de açúcar varia ao longo da maturação das uvas sob influência das condições climáticas e variedade da planta. Os principais açúcares presentes nas uvas maduras são a glicose e a frutose, existentes praticamente na mesma proporção, embora a última deva apresentar um teor ligeiramente superior (Hashizume, 2001).

Através do grau Baumé é possível determinar o grau Brix, que permite, por sua vez, a determinação dos sólidos solúveis totais dissolvidos em percentagem (g/100g) com precisão de 0,1 por cento (Ball, 2006).

$$^{\circ} \text{Brix} = (1,905) ^{\circ} \text{Baumé} - 1,6$$

1.2.3.3. Densidade

A medição da densidade do mosto, ao longo da maturação das uvas, foi efectuada com aerómetro, um tubo flutuante com uma escala graduada. Trata-se de um método muito vulgar e com baixo custo de implementação que se baseia no princípio de Arquimedes (Pereira, 1998).

¹³ <http://www.aromasdouro.pt>

1.2.3.4. Grau de álcool provável

Consiste na relação entre o teor de açúcar existente nas uvas/mosto e o grau alcoólico adquirido após a fermentação, por acção das leveduras.

Por cada 17,5 gr/l de açúcar existentes numa amostra, poderá obter-se 1 grau de álcool.

1.2.4. Qualidade da uva

Existem vários factores que intervêm na qualidade da uva e no seu nível de maturação tais como a casta, condições ambientais, gestão, topografia, características do solo, disponibilidade de água ou luminosidade (Silva *et al.*, 2011).

A qualidade da uva apresenta grande variabilidade espacial e temporal sendo que, numa mesma posição geográfica, apesar da topografia e o solo serem fixos a variável clima faz com que se obtenham produtos diferentes de ano para ano. Dentro de uma determinada vinha podem ainda existir diferentes microclimas que afectem a maturação das uvas (Silva *et al.*, 2010) podendo verificar-se heterogeneidade entre talhões ou mesmo entre cepas de um mesmo talhão (Ribéreau-Gayon, 2006).

A temperatura é uma das mais importantes variáveis controladoras da resposta fisiológica da videira e da qualidade dos seus bagos. Este factor revela-se importante no crescimento fenológico e na maturação da videira, podendo através da sua análise estimar-se a data óptima de colheita por meio de modelos criados para o efeito, como é o caso do somatório de graus-centígrados-dia (Silva *et al.*, 2010).

Ao nível da gestão sabe-se que o excesso de carga vegetativa atrasa a maturação, uma vez que prejudica a fotossíntese e aumenta o ensombramento no interior da copa o que leva à diminuição da concentração de açúcares nos bagos (Archer e Strauss, 1990), a um aumento da acidez titulável, menor pH e maior concentração de ácido málico (Crippen e Morrison, 1986). O excesso de vigor vegetativo tem ainda o inconveniente de levar a uma maior concentração de glúcidos nos órgãos vegetativos em detrimento dos lenhosos e dos bagos (Silva *et al.*, 2010).

A poda da vinha permite limitar o alongamento das varas e da estrutura, permitindo assim atrasar o envelhecimento da planta e reduzir o número de varas de modo a regularizar a produção e vigor da mesma (Reynier, 1986).

A definição do estado de maturação das uvas não é passível de caracterizar com carácter absoluto, uma vez que varia consoante o objectivo. A sua definição é extremamente difícil e depende de diversos factores como a casta, técnicas culturais ou condições climatéricas¹⁴.

De acordo com o objectivo pretendido existem os seguintes tipos de maturação¹⁴:

- a) Maturação fisiológica – quando as grainhas adquirem capacidade de germinar.
- b) Maturação industrial – confere maior importância à concentração máxima de açúcar ou acidez total mínima.
- c) Maturação aromática – atingida quando se atinge um teor elevado de compostos aromáticos agradáveis e baixo de compostos desagradáveis.
- d) Maturação fenólica – tem como base a riqueza em antocianinas, a evolução dos taninos, sua estrutura e origens.
- e) Maturação enológica – momento em que os principais compostos do bago atingem a concentração e relações mais favoráveis com vista à obtenção de determinado tipo de vinho. Baseia-se nos vários tipos de maturação atrás referidos.

1.3. Qualidade do solo

O conceito de qualidade do solo é bastante subjectivo existindo diversas definições, que têm como ponto comum a avaliação da aptidão do solo para a agricultura e suas funcionalidades ambientais (Doran e Parkin, 1994).

A caracterização da variabilidade espacial do solo é fundamental para o conhecimento dos processos do qual é alvo, bem como para a avaliação da sua qualidade, sendo através desta possível fazer o planeamento de uma gestão diferenciada (Corwin e Lesch, 2005c).

A utilização de ferramentas para avaliar a qualidade do solo a nível temporal e espacial pode ainda permitir avaliar a sustentabilidade da gestão (Corwin *et al.*, 2006).

Os indicadores de qualidade do solo podem ser divididos em inerentes ou dinâmicos, sendo os primeiros aqueles que mudam lentamente ao longo do tempo tal como a textura ou as características hidráulicas. As características dinâmicas, por seu lado, são as que podem ser

¹⁴ <http://www.drapc.min-agricultura.pt/>

influenciadas através da gestão, como é o caso do pH, níveis de nutrientes ou teor de água (Jung *et al.*, 2005).

Algumas das propriedades do solo são consideradas críticas no que toca à sua qualidade, como é o caso da salinidade, taxa de adsorção de sódio, boro e molibdénio, todas elas estreitamente correlacionadas com a conductividade eléctrica aparente do solo (Corwin *et al.*, 2006).

Karlen and Stott (1994) definiram solo de qualidade como aquele que retém água e a disponibiliza às plantas, resiste à degradação e suporta o desenvolvimento das mesmas.

De acordo com um estudo efectuado por Jung *et al.* (2005) concluiu-se que, com excepção das propriedades microbiológicas e o teor de azoto presente no solo, o conjunto de características do solo se mantém relativamente estático sazonalmente e ao longo dos anos.

Para avaliar a qualidade de um determinado solo é fundamental a sua caracterização espacial e estudo da variabilidade das suas propriedades físico-químicas, o que pode fazer-se com recurso à medição da conductividade eléctrica aparente. Este método é frequentemente utilizado para obter a caracterização espaço-temporal de características edáficas (Corwin e Lesch, 2005b), como poderá ler-se mais adiante.

1.4. Conductividade eléctrica

1.4.1. Princípios da conductividade eléctrica/ Resistividade eléctrica

A conductividade eléctrica aparente é uma média ponderada da medição da conductividade média de uma coluna de matérias a uma profundidade específica¹⁵.

Representada pelo símbolo ómega (ω), a conductividade eléctrica define o carácter eléctrico de um material, representando a capacidade do mesmo em conduzir corrente eléctrica¹⁶. Trata-se de uma propriedade intrínseca a cada material tal como a densidade e a porosidade (Lund *et al.*, 1999).

¹⁵ www.promagellangps.com/en/products/aboutgps/rtk.asp

¹⁶ Wikipedia

Os materiais sólidos podem ser classificados em condutores (conductividade superior a $10^4/\text{Ohm.m}$), semicondutores (conductividade entre $10^{-10}/\text{Ohm.m}$ e $10^4/\text{Ohm.m}$) e isolantes (conductividade menor que $10^{-10}/\text{Ohm.m}$)¹⁷.

As substâncias, por sua vez, podem ser classificadas em electrolíticas e não-electrolíticas, sendo que as primeiras quando dissolvidas em solvente fornecem iões à solução, ao passo que as segundas não influenciam a conductividade do solvente pois não libertam iões¹⁸.

A conductividade eléctrica é directamente proporcional à concentração de partículas com cargas presentes na solução, sendo que, quanto mais iões existirem na mesma, maior é a sua capacidade para conduzir corrente eléctrica¹⁸.

A conductividade eléctrica é inversamente proporcional à resistividade, a propriedade física de uma determinada substância que a impede de fazer circular a corrente eléctrica¹⁹. A resistividade tem como unidade de medida o ohm.m e é causada pelas interacções entre electrões e a cadeia de átomos durante o processo de deslocamento de cargas. Este processo consiste na movimentação de electrões por acção das diferenças de potencial causadas pela falta ou sobra de electrões nas diferentes regiões²⁰.

A resistividade é proporcional à resistência eléctrica e à área de secção transversal em estudo²⁰ e inversamente proporcional à porosidade, determinada pela textura e grau de compactação¹⁹.

A presença de hidrocarbonetos pode ser testada através do princípio da resistividade, uma vez que estes são maus condutores, registando assim resistividade elevada¹⁹.

O aumento da temperatura leva à elevação da conductividade eléctrica¹⁹.

1.4.2. Aparelhos de medição/ Sensores electromagnéticos

Os sensores são influenciados por variáveis como a temperatura, através do seu efeito na conductividade eléctrica da solução do solo. Esta variável pode causar desvios instrumentais nos diferentes equipamentos de medição, que originem discrepâncias nas medições obtidas. Assim, recomenda-se a recolha de dados em dias frescos ou sem incidência directa de raios solares,

¹⁷ <http://www.infoescola.com>

¹⁸ <http://www.ebah.com.br/>

¹⁹ <http://www.scribd.com/doc/>

²⁰ <http://www.infoescola.com>

embora se possa também utilizar um método de correcção da temperatura para melhorar a precisão dos equipamentos (Abdu *et al.*, 2007).

Em casos em que os valores de conductividade eléctrica aparente sejam baixos a margem de erro aumenta, podendo atingir valores entre 10 e 40%, independentemente do aparelho utilizado, uma vez que os sensores ficam mais sensíveis a flutuações. Por sua vez, para valores de conductividade eléctrica superiores a 100 mS/m o erro pode baixar para 5% tornando-se bastante menos significativo (Abdu *et al.*, 2007).

Os sensores podem funcionar através de indução electromagnética ou de contacto, sendo em seguida explicitadas as características de cada um. Apesar das diferenças entre ambos os sistemas, foi comprovado experimentalmente que ambos levam a resultados similares como pode ser verificado na figura 1 (Lund *et al.*, 1999).

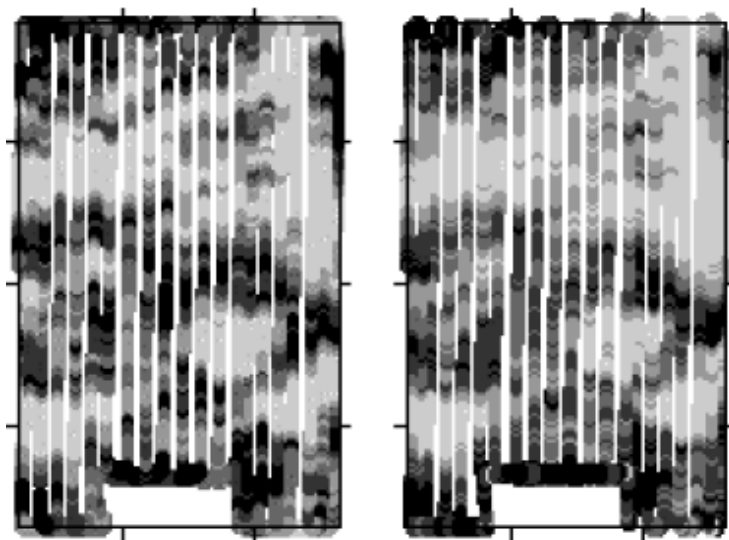


Figura 1 – Mapas obtidos com sensor de indução electromagnética (esquerda) e de contacto (Lund *et al.*, 1999)

1.4.2.1. Indução electromagnética

Sensores estabelecem um campo electromagnético que penetra no solo criando um campo electromagnético secundário, cuja magnitude é então medida. É o rácio destes dois valores que dá origem à conductividade eléctrica do solo.

Este tipo de sensor não é invasivo (Corwin e Lesch, 2005a), não entrando em contacto com o solo e permite a medição a diferentes profundidades.

O levantamento é simples e expedito, bastando percorrer as parcelas rebocando o sensor junto ao solo em passagens paralelas, que devem ser tanto mais próximas, quanto mais heterogéneo for o solo.

Estes sensores apresentam a desvantagem de serem sensíveis à proximidade de metais, o que não é relevante se o objectivo for estudar a variabilidade temporal de determinada parcela (Oliveira *et al.*, 2007).

Comparativamente aos sensores de contacto têm a vantagem de ser possível a sua utilização em solos secos ou pedregosos, e em locais com canteiros, sulcos ou culturas em crescimento, uma vez que a sua plataforma desvia a copa da cultura (Corwin e Lesch, 2005a), permitindo a sua utilização sem perturbar o desenvolvimento da vegetação (Jung *et al.* 2005).

A marca de comercialização deste tipo de sensor é a Geonics e os dois sensores mais utilizados são EM38 e Dualem (Corwin e Lesch, 2005a), cujas características se exploram de seguida. Ambos os aparelhos apresentados podem ser conectados a diversos programas de registo executados em computadores ou *laptops* de campo (Abdu *et al.*, 2007).

1.4.2.1.1. EM38

Apropriado para recolha de dados de condutividade do solo e susceptibilidade magnética a níveis pouco profundos.

O aparelho tem peso e dimensões reduzidas e possui sensores digitais na parte superior e lateral permitindo assim as medições em dipolo horizontal e vertical (Corwin e Lesch, 2005a).

O intervalo de profundidades alcançado por este equipamento é de 1,5 m no modo de dipolo vertical e 0,75 m para dipolo horizontal.

Baseia-se nos mesmos princípios que o EM31-MK2, permitindo recolher dados em extensas áreas sem que haja contacto directo do equipamento com o solo.

Para levantamentos em área grandes, o EM38 pode ser facilmente montado numa plataforma e rebocado por um veículo, podendo o registo de dados ser feito em tempo real através de uma ligação directa aos sistemas de aquisição.

O aparelho incorpora uma alça e um *switch* utilizado para armazenamento dos dados e passagem dos mesmos para um computador²¹.

²¹ <http://www.allied-associates.co.uk/files/em38.html>

Relativamente ao sensor Dualem apresenta a vantagem de ter visor em tempo real e alimentação interna. Por outro lado, em solos de baixa condutividade é preferível a utilização do sensor Dualem pois a calibração do EM38 dificulta a inversão dos dados. (Abdu *et al.*, 2007)

Em relação ao referido sensor, o EM38 apresenta ainda como desvantagens o facto de ter botões de controlo expostos e um painel de cor preto susceptível de sobreaquecimento, a juntar a um complexo processo de calibração (Abdu *et al.*, 2007).

Este sensor é o mais utilizado em agricultura (Oliveira *et al.*, 2007) pois a sua profundidade de penetração é muito próxima da zona radicular (0 a 1-1,5 m) (Corwin e Lesch, 2005a). Também McNeill (1980) salientou este aspecto ao verificar que o sensor possui uma altura de influência na posição vertical de aproximadamente 1,5 m enquanto na posição horizontal a sua influência chega a 0,75 m. As leituras de condutividade eléctrica em diferentes alturas acima do solo sofrem influência de mudanças sucessivas na salinidade com a profundidade do perfil e o alcance do equipamento (na direcção vertical) sendo adequado para representar o sistema radicular da maioria das culturas agrícolas (Montenegro *et al.*, 2010).

Segundo Geonics (1999), a maior contribuição para a leitura aparente do aparelho está na camada situada a aproximadamente 40 cm de profundidade, para o modo vertical, e a 0 (zero) para o modo horizontal, assumindo-se o equipamento disposto na superfície do solo. Assim, locais em que a leitura aparente no modo horizontal é superior à no modo vertical, tendem a apresentar perfil com maior salinidade perto da superfície do solo (Montenegro *et al.*, 2010).

Triantafilis *et al.* (2000) e Yao *et al.* (2007) destacam a importância de realizar calibrações e verificações locais com o EM38 e de desenvolver modelos específicos, visto que as práticas agrícolas e heterogeneidades físicas podem influenciar a distribuição de sais no perfil.

1.4.2.1.2. DUALEM

Sensores medem simultaneamente a condutividade eléctrica e a susceptibilidade magnética do solo, que se traduz na capacidade de um material ficar magnetizado sob a acção de uma estimulação magnética²².

Este aparelho realiza medições a duas profundidades distintas, facilmente reguláveis²².

²² <http://www.dualem.com/products.html>

A calibração é feita de forma permanente na fábrica eliminando calibrações no campo²³ graças à incorporação de um instrumento de calibração automática, característica muito útil especialmente para mapeamentos em solos de baixa condutividade (Abdu *et al.*, 2007).

Comparativamente ao sensor EM38 tem como vantagens a menor sensibilidade à temperatura, o menor preço, não necessitar de calibração e a capacidade de armazenar dados internamente (até 50000 registos²⁴). Também o facto de não possuir botões de controlo, apresentar uma caixa amarela que minimiza a absorção da radiação e permitir uma melhor resposta em profundidade, constituem vantagens em relação ao referido sensor.²⁴

A exigência de uma fonte externa de energia e o facto de não apresentar um identificador para medição manual tornam este aparelho pouco adequado para medições simples, adequando-se mais para medições contínuas como acontece nos mapeamentos (Abdu *et al.*, 2007).

É ainda de referir que este sensor carece de unidade integrada de exibição (Abdu *et al.*, 2007).

1.4.2.2. Sensores de contacto

Estes sensores evasivos funcionam através de discos que penetram no solo emitindo uma corrente eléctrica cuja voltagem resultante permite estimar a resistividade, inversa à condutividade (Corwin e Lesch, 2005a).

A profundidade de leitura é regulável através da distância entre discos.

Estes sensores apresentam a vantagem de necessitar de menos calibração (Oliveira *et al.*, 2007) mas são pouco aconselhados para utilização em solo seco ou rochoso, no primeiro caso porque o contacto entre o solo e os eléctrodos se torna difícil e no segundo porque os eléctrodos podem ficar danificados. Também a utilização em locais com culturas em crescimento é difícil uma vez que estas obstruem o solo, dificultando a penetração dos eléctrodos no solo (Corwin e Lesch, 2005a).

Estes sensores apresentam como vantagem em relação aos sensores de indução a sua robustez e a não interferência do metal (Lund *et al.*, 1999).

²³ <http://www.dualem.com/products.html>

²⁴ <http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1.html>

1.4.2.2.1. VERIS

Sensor de contacto mais comum (Corwin e Lesch, 2005a) utiliza-se arrastado e permite efectuar medições a duas profundidades diferentes (figura 2) (Oliveira *et al.*, 2007).

Contem pelo menos quatro eléctrodos que estão em contacto físico com o solo, responsáveis por injectar uma corrente e medir a tensão resultante (Lund *et al.*, 1999).

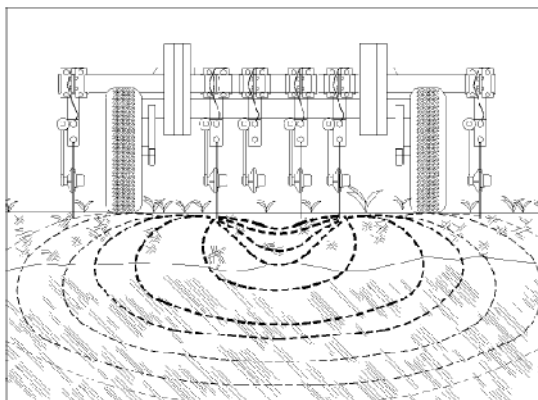


Figura 2 - Sensor Veris 3100 com duas matrizes que permitem recolher dados de condutividade eléctrica do solo a duas profundidades, 0-25 cm e 0-75 cm (Lund *et al.*, 1999)

Quando usado em trechos de 15 a 20 m a velocidade inferior ou igual a 12 km/h, o sistema produz entre 40 a 100 medições por hectare. O arquivo de dados é exibido em *software* e permite combiná-los com outras informações como mapas de produtividade ou de solos (Lund *et al.*, 1999).

1.4.2.3. Time domain reflectometry (TDR)

A técnica TDR permite a obtenção de valores precisos de humidade e condutividade eléctrica do solo em tempo real, bem como leituras automatizadas (Lopes *et al.* 2010).

As vantagens inerentes a este equipamento são a precisão, o facto de se tratar de um método não destrutivo, a não utilização de radiação ionizante, a possibilidade de acoplamento a dispositivos multiplicadores de leituras, pouca influência da textura, densidade e salinidade (Coelho e Or 1996; Souza *et al.*, 2006).

Como inconveniente é de referir a necessidade de realizar uma curva de calibração para o solo em estudo (Lopes *et al.* 2010).

Esta técnica tem sido usada para a avaliação do movimento de solutos no solo (Nadler *et al.*, 1999; Mmolawa e Or, 2000; Souza *et al.*, 2007; Souza e Folegatti, 2010), aplicação que pode trazer benefícios para o desenvolvimento da fertirrigação.

Na tabela 1 apresenta-se o resumo de vários estudos efectuados com diferentes sensores electromagnéticos, bem como os resultados obtidos nos mesmos.

Tabela 1 – Resumo de estudos efectuados com recurso a sensores electromagnéticos.

Metodologia	Estudo	Objectivo	Equi- pamento	Resultados
Além de disposto na superfície do solo, o equipamento foi posicionado a diferentes alturas acima da superfície, de modo a incluir escalas distintas verticais na estimativa da condutividade eléctrica real do solo	Avaliação da salinidade de neossolo usando um dispositivo de indução electromagnética; (Montenegro <i>et al.</i> , 2010)	Verificar o desempenho de modelos de regressão disponíveis na literatura para estimar a salinidade em Neossolos Flúvicos irrigados, a partir de dados de condutividade eléctrica aparente; Desenvolver modelos locais de regressão para a caracterização da salinidade do solo; Avaliar a distribuição espacial da condutividade eléctrica real na zona radicular de Neossolo Flúvico.	EM38	Verificou-se que o sensor usado é uma ferramenta adequada para estimativa da salinidade do solo quando submetido a calibrações locais mesmo em áreas com heterogeneidades verticais relevantes. Obtiveram-se coeficientes de determinação superiores a 90% para os modelos de regressão linear múltipla.
Utilização do equipamento a alturas sucessivas acima da superfície do solo em solos com dois níveis distintos de salinidade.	Comparing Bulk Soil Electrical Conductivity Determination Using the Dualem-1S and EM38-DD Electromagnetic Induction Instruments; Abdu <i>et al.</i> (2007)	Avaliar a sensibilidade do aparelho a variações de temperatura. Comparar os dois equipamentos.	EM38 e Dualem	Ambos os instrumentos tiveram uma margem de erro superior para valores mais baixos de condutividade eléctrica. As diferentes respostas dos equipamentos devem-se à variação na temperatura diurna e aos desvios instrumentais causados pela temperatura.

Metodologia	Estudo	Objectivo	Equi- pamento	Resultados
Efectuaram-se leituras com o equipamento posicionado a diferentes alturas a partir do nível do solo (0, 30, 60, 90, 120 cm). Desenvolveram-se regressões lineares múltiplas através da comparação dos valores obtidos com estimativas obtidas por outros métodos.	Determining soil electrical conductivity–depth relations using inductive electromagnetic soil conductivity meter; Rhoades <i>e</i> Corwin (1981)	Calibração do EM38	EM38	Obtiveram-se coeficientes de determinação elevados embora restritos às condições em que foi desenvolvida a análise experimental.
	Application of electromagnetic techniques to investigate castor beans potential in alluvial valley of Pernambuco State. Birmingham; Lyle (2007)	Medição de condutividade eléctrica aparente	EM38	Observou-se uma correlação elevada entre os valores da condutividade aparente e a percentagem de silte, para profundidades até 90 cm.
	Field Measurements and Mapping of Soil Salinity in Saline Seeps. (Markin <i>et al.</i> 1997)		Veris 3100	Os mapas de condutividade eléctrica obtidos provaram ser úteis como mapas da salinidade do solo em escala de campo.

1.4.3. Resultados e aplicações

O estudo da condutividade eléctrica é um método extremamente rápido, simples e fiável que consiste na medição da capacidade, neste caso do solo, de conduzir corrente eléctrica (Silva *et al.*, 2011), sendo o resultado expresso em mS/m (miliSiemens por metro) (Oliveira *et al.*, 2007).

Através da sua medição é possível adquirir de forma económica, um conhecimento da salinidade do solo, bem como estimar a variação de propriedades físicas em casos em que a salinidade não seja um problema preponderante. Esta avaliação pode ser feita sem que seja necessário promover o revolvimento do solo para a retirada de amostras (Montenegro *et al.*, 2010).

A condutividade eléctrica aparente do solo pode ser medida numa de duas perspectivas, a da qualidade do solo, na qual se procura estabelecer a relação das propriedades do solo com a utilização pretendida (preservação do ambiente, produtividade, etc.) ou a da agricultura de precisão, na qual se verifica a influência das propriedades do solo no rendimento (Corwin e Plant, 2005).

Independentemente do objectivo da recolha de dados de condutividade eléctrica, o procedimento é semelhante - efectua-se o levantamento de condutividade eléctrica aparente do solo com georreferenciação dos dados, e posteriormente recolhem-se amostras de solo em pontos georreferenciados para análises laboratoriais (Corwin e Lesch, 2005a).

Antes de iniciar a recolha de dados deve, ser feita uma descrição do local e delineamento da pesquisa, no qual são traçados os objectivos com base nos recursos disponíveis, é definida a área de estudo, o equipamento e o espaçamento entre medições (Corwin e Lesch, 2005a).

A utilização de sensores de campo associados a GPS permite obter mapas de condutividade eléctrica aparente (Oliveira *et al.*, 2007) que representam uma importante ferramenta no que toca à avaliação crítica das práticas de gestão realizadas (Jung *et al.* 2005). Torna-se ainda possível a delimitação de unidades homogéneas de tratamento ou produção (Silva *et al.*, 2011), com aplicações práticas como a projecção de parcelas ou sectores de rega de vinhas, e escolha dos porta-enxertos (Oliveira *et al.*, 2007).

A recolha de dados pode ser efectuada com recurso a sensores de indução electromagnéticos ou de contacto (Oliveira *et al.*, 2007).

Apesar de nem sempre traduzir o rendimento da cultura, a condutividade eléctrica aparente é a ferramenta mais utilizada em Agricultura de Precisão pois permite obter uma caracterização espaço-temporal de características edáficas e antropogénicas ligadas ao mesmo (Corwin e Lesch, 2005a).

Inicialmente a condutividade eléctrica aparente era utilizada unicamente para determinar a salinidade do solo, (Corwin e Lesch, 2005a) sendo considerado que os valores de condutividade eléctrica são superiores em solos salinos (Lund *et al.* 1999).

Actualmente as aplicações estendem-se já ao estudo das variações espaciais de diversas propriedades edáficas como a salinidade do solo, teor de argila, profundidade de camadas ricas em argila, teor de água e matéria orgânica. A condutividade eléctrica pode também ser utilizada para determinar a variabilidade de propriedades antropológicas tais como a fracção de lixiviação, compactação, irrigação e padrões de drenagem (Corwin e Lesch, 2005b).

A medição da condutividade eléctrica através de um perfil pode ser útil para determinar a profundidade de camadas condutivas como camadas de argila, sais ou água (Abdu *et al.*, 2007).

A condutividade é influenciada por uma vasta combinação de propriedades físico-químicas, tais como a solubilidade em sais, percentagem e tipo de argila e de água, percentagem de saturação, mineralogia, densidade, teor de matéria orgânica e temperatura, permitindo assim mapear a variabilidade espacial de diversas propriedades edáficas (Corwin e Lesch, 2005b).

Ao analisar dados de condutividade eléctrica aparente do solo é necessária uma correcta interpretação dos resultados, analisando quais os factores responsáveis pelos valores obtidos (Corwin e Lesch, 2005b).

Em solos salinos a interpretação dos dados de condutividade eléctrica aparente do solo, é relativamente simples uma vez que é a salinidade o factor que mais influência exerce. Por sua vez, em zonas áridas as propriedades que mais influenciam estes dados são a textura, teor de água e de matéria orgânica (Corwin e Lesch, 2005b).

Num estudo realizado por Johnson *et al.* no ano de 2001, verificou-se que o teor de argila, a densidade e pH do solo estavam correlacionados positivamente com a sua condutividade eléctrica aparente, ao mesmo tempo que o teor de água, matéria orgânica, azoto e resíduos superficiais (mulch) apresentavam correlação negativa com o mesmo parâmetro.

A condutividade eléctrica pode ser calibrada para qualquer propriedade que tenha uma influência significativa sobre a medição (Corwin e Lesch, 2005a).

Caso a humidade e a salinidade se mantenham idênticas, a condutividade eléctrica aparente será mais elevada, quanto maior for o teor de argila. Esta relação pode ser muito útil, uma vez que o teor de argila influencia directamente características muito importantes, como a capacidade de troca catiónica ou de retenção de água (Oliveira *et al.*, 2007).

Acima de tudo a condutividade eléctrica permite identificar zonas com características distintas, uma vez que alterações nos padrões espaciais da condutividade eléctrica aparente estão associados a alterações nas propriedades do solo.¹³

Os registos devem preferencialmente ser efectuados no início da Primavera ou no Outono, altura em que o solo se encontra a aproximadamente $\frac{3}{4}$ da capacidade de campo, evitando-se desta forma que o teor de água seja a principal variável a causar a variabilidade espacial da condutividade eléctrica (Oliveira *et al.*, 2007).

Para utilizar medições espaciais de condutividade eléctrica aparente num contexto de qualidade do solo ou agricultura de precisão é necessário compreender quais os factores que influenciam mais significativamente as medições. Esta análise pode ser feita através de recolha de amostras ou de correlação estatística (Corwin e Plant, 2005). O primeiro método representa uma ferramenta útil para determinar factores influentes mas requiere recolha de amostras de forma representativa (Lark *et al.*, 2003), ao passo que a correlação estatística é um método mais prático mas que exige conhecimentos técnicos específicos (Lesch *et al.* 1995a, 1995b, 2000).

No caso da realização de análises a amostras de solo representativas, os parâmetros a analisar devem ser escolhidos consoante os objectivos do trabalho em causa (Oliveira *et al.*, 2007) bem como o número de amostras e sua localização (Corwin e Lesch, 2005a).

A profundidade de recolha das amostras deve ser a mesma em todos os pontos, e deve corresponder à profundidade de medição da condutividade eléctrica.

A georreferenciação da condutividade eléctrica aparente do solo impulsionou a agricultura de precisão ajudando-a a cumprir os seus objectivos (Corwin e Lesch, 2005a).

Para realizar um levantamento georreferenciado de condutividade eléctrica aparente do solo é necessário um GPS (global positioning system), um *hardware* que permita descarregar os dados, bem como uma plataforma de transporte. Pode ainda ser acrescentado à plataforma um sistema de recolha de amostras de solo (Corwin e Lesch, 2005b).

Ao nível do GPS podem ser distinguidas duas hipóteses, o *Self-contained GPS system* e o *Stand-alone GPS receivers*. Enquanto o primeiro inclui processadores de dados e *software*, o

segundo tem de ser conectado a um microprocessador ou controlador electrónico (Corwin e Lesch, 2005b).

A georreferenciação da condutividade eléctrica aparente do solo permite conhecer a distribuição das propriedades do solo que a influenciam (Corwin e Lesch, 2005a). Em casos em que a condutividade eléctrica se correlaciona com determinada propriedade do solo o seu levantamento possibilita conhecer a distribuição espacial da mesma (Corwin e Lesch, 2003). É também possível identificar quais as propriedades do solo que estão na origem da variabilidade, em casos em que a condutividade eléctrica do solo se correlaciona com o rendimento da cultura (Corwin e Lesch, 2003).

A condutividade eléctrica pode permitir ainda ter uma ideia aproximada da textura do solo, uma vez que a areia tem baixa condutividade, o limo apresenta valores médios e a argila valores altos (Lung *et al.*, 1999).

Em solos não salinos o factor que mais contribui para a condutividade eléctrica é a textura, razão pela qual existe um padrão para um dado terreno, independentemente da humidade, temperatura ou densidade do solo, verificadas no momento da medição²⁵.

De acordo com Williams e Hoey, 1987, a condutividade tem uma forte correlação com o tamanho das partículas e textura do solo.

Apresenta-se de seguida a tabela 2 com referência a diversos estudos em que diferentes propriedades físicas e químicas do solo foram relacionadas com a condutividade eléctrica do solo.

²⁵ <http://www.infopedia.pt/>

Tabela 2 – Artigos científicos em que propriedades físicas e químicas do solo foram relacionadas com a condutividade eléctrica do solo. Citados por Corwin e Lesch., 2005b.

Propriedades físicas	Título do trabalho	Autores	Conclusões
Salinidade do solo	Spatial prediction of soil salinity using electromagnetic induction techniques. 1. Statistical prediction models: a comparison of multiple linear regression and cokriging.	Lesch <i>et al.</i> 1995a	Descrição de uma metodologia estatística de regressão linear múltipla que permite conhecer a salinidade a nível espacial através dos dados de condutividade eléctrica obtidos por indução electromagnética. O modelo apresentado revela-se teoricamente equivalente a outras técnicas tendo uma boa relação custo-benefício relativamente às mesmas.
Salinidade do solo	Determining soil electrical conductivity– depth relations using inductive electromagnetic soil conductivity meter	Rhoades e Corwin, 1981	Excesso de sais dissolvidos no solo pode ser detectado através da condutividade eléctrica. Foi utilizado um aparelho de indução electromagnética que se verificou ser adequado para investigações de campo.
	An electromagnetic induction technique for reconnaissance surveys of soil salinity hazards.	Williams and Baker, 1982	Mapeamento da condutividade eléctrica do solo em terreno de 250 ha usando Geonics EM 34/3, tendo os valores obtidos apresentado uma forte correlação com o teor de sais solúveis e de argila até aos 15 metros de profundidade.
Capacidade de troca catiónica	Estimating Forest Soil Quality from Terrain Measurements of Apparent Electrical Conductivity	McBride <i>et al.</i> , 1990	Verifica-se através de regressão linear uma forte correlação entre a condutividade eléctrica do solo e a capacidade de troca catiónica.

Propriedades físicas	Título do trabalho	Autores	Conclusões
Profundidade de camadas de argila	Estimating depths to claypans using electromagnetic induction methods.	Doolittle <i>et al.</i> , 1994	Alta correlação entre profundidade de camadas de argila e a condutividade eléctrica aparente do solo, obtida através de EM38. Importância deste estudo deve-se ao facto das camadas de argila restringirem a infiltração, influência do movimento lateral da água no solo e agro-tóxicos, bem como a produção limite da cultura.
Teor de nutrientes	Applying Soil Electrical Conductivity Technology to Precision Agriculture.	Lund <i>et al.</i> , 1998	A variabilidade da condutividade eléctrica frequentemente coincide com a variação de nutrientes móveis ao longo do terreno uma vez que estes seguem padrões de textura e as propriedades físicas do solo afectam a produtividade e consequente remoção de nutrientes da cultura.
Teor de humidade	Estimating spatial variations of soil water content using noncontacting electromagnetic inductive methods.	Kachanoski <i>et al.</i> , 1988	Medição da condutividade eléctrica em 52 pontos utilizando um sensor de indução electromagnética, e do teor de humidade do solo através de reflectometria. A condutividade eléctrica do solo explicou 96% da variação espacial da humidade do solo independentemente das diferentes texturas apresentadas. A autocorrelação da humidade do solo foi similar à autocorrelação para a condutividade eléctrica do solo.
Determinar o teor de sais e a eficiência da irrigação	Assessing irrigation/drainage/salinity management using spatially referenced salinity measurements	Rhoades <i>et al.</i> , 1997	Utilização de tecnologia exclusiva para medir a distribuição espacial da salinidade do solo com o objectivo de avaliar a irrigação e drenagem do local. Demonstrou-se que a distribuição espacial da salinidade do solo em áreas irrigadas é largamente afectada pelo Homem através das suas práticas de gestão, nomeadamente da rega e consequentemente da drenagem.

Propriedades físicas	Título do trabalho	Autores	Conclusões
Estimar a drenagem em profundidade	Field-scale assessment of deep drainage risk	Triantafyllis <i>et al.</i> , 2003	<p>Aplicação de um método rápido para determinar a distribuição espacial do solo num campo de algodão irrigado. Os dados de condutividade eléctrica aparente foram utilizados para determinar o esquema de amostragem do solo para avaliação de teor de argila e capacidade de troca catiónica. Os dados obtidos conjugados com informações sobre a qualidade da água foram aplicados num modelo que permitiu determinar a taxa de drenagem profunda (mm/ano).</p> <p>Esta abordagem permite realizar o planeamento de irrigação de uma forma rápida e fácil em situações onde o uso eficiente da água é necessário.</p>
Capacidade de retenção de água/drenagem	Improved Soil Mapping Using Electromagnetic Induction Surveys	Jaynes, 1996	Identificação de zonas com excesso ou défice de água através da condutividade eléctrica, uma vez que as mesmas apresentam diferenças ao nível da textura.
	Predicting Crop Production Using Electromagnetic Induction.	Kitchen <i>et al.</i> , 1996	Solos com condutividade, textura e capacidade de retenção de água médias podem ser os mais produtivos

A monitorização do rendimento das culturas e da condutividade eléctrica pode também ser útil para a agricultura de precisão, caso ambos estejam correlacionados (Corwin *et al.*, 2005). Esta análise permite identificar propriedades do solo que afectem o rendimento, bem como delinear as unidades de gestão para aplicação da agricultura de precisão (*site-specific management units*) (Corwin *et al.*, 2005). Neste caso, conforme demonstrado por Corwin e Lesh (2005b) (Corwin *et al.*, 2005) deve utilizar-se a regressão linear espacial colocando as propriedades do solo que sejam significativas como variáveis independentes e o rendimento da cultura como variável dependente.

1.5. Conductividade eléctrica versus Rendimento

Kaffka *et al.* (2005) realizou um estudo para conhecer a relação entre a conductividade eléctrica aparente, as propriedades do solo e o rendimento da cana-de-açúcar em solos com problemas de salinidade. Neste trabalho foi demonstrada a utilidade da aplicação da conductividade eléctrica para estabelecer uma relação entre as propriedades do solo e o rendimento de uma cultura.

Segundo Corwin *et al.* (2003) a combinação de dados georreferenciados de conductividade eléctrica aparente e rendimento das culturas consiste numa importante ferramenta para identificar factores edáficos que influenciem a cultura. Esta análise constitui igualmente uma importante ferramenta para aplicação da agricultura de precisão. É no entanto de frisar que não é suficiente conhecer as características do solo que influenciam o rendimento da cultura, e as zonas de produtividade. É essencial estudar também a interacção da topografia, meteorologia e factores biológicos e antropogénicos.

Pesquisas já realizadas demonstraram que a conductividade eléctrica aparente do solo nem sempre está correlacionada com o rendimento das culturas. Nesses casos os factores edáficos, traduzidos pela conductividade eléctrica, não afectam o rendimento, o que pode dever-se à influência de factores não edáficos ou de factores não relacionados com a conductividade eléctrica. Por esta razão é necessário estender o estudo à influência dos referidos factores na distribuição espacial do rendimento (Corwin e Plant, 2005).

Segundo Corwin e Lesch (2003) a correlação entre rendimento das culturas e conductividade eléctrica aparente do solo é inconsistente uma vez que a conductividade eléctrica pode ser afectada por factores que não influenciem o rendimento de determinada cultura no seu contexto particular (condições climáticas, espécie, etc.) (Corwin *et al.*, 2005).

Por outro lado, caso se verifique numa situação particular, correlação entre a conductividade eléctrica e o rendimento, pode realizar-se amostragem de solo, de modo a identificar as propriedades do solo que estão na base das diferenças verificadas (Corwin *et al.* 2003b).

Kitchen *et al.*, 1996 mostraram no Missouri que a conductividade ajuda a explicar a variabilidade dos rendimentos, embora esta relação não seja linear. Também Jaynes *et al.*, 1995 realizaram uma pesquisa em que cinco dos seis campos estudados em Iowa central apresentaram correlação significativa entre estes parâmetros.

A relação entre a condutividade eléctrica e a produção durante três anos em Iowa permitiu verificar que os rendimentos mais consistentes correspondiam às áreas do campo cujo solo apresentava valores médios de condutividade eléctrica aparente (Lund *et al.*, 1998).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Descrição do local de estudo

A “Herdade dos Coelheiros” localiza-se no distrito de Évora, concelho de Arraiolos, a 3 kms da Igreja. Está inserida na carta militar número 438 e na carta de solos de Portugal 36 C.

Para elaboração deste trabalho foram seleccionadas duas parcelas não adjacentes da vinha da “Herdade dos Coelheiros”.

Cada uma destas parcelas encontra-se dividida em talhões cujas identificações dizem respeito à casta existente em cada uma delas, acompanhada de elementos diferenciadores, essenciais nos casos em que a mesma casta existe em mais que um talhão.

Organização parcela Coelheiros 1



Figura 3 – Fotografia aérea da parcela Coelheiros 1 com respectivos talhões.

Organização da parcela Coelheiros 2

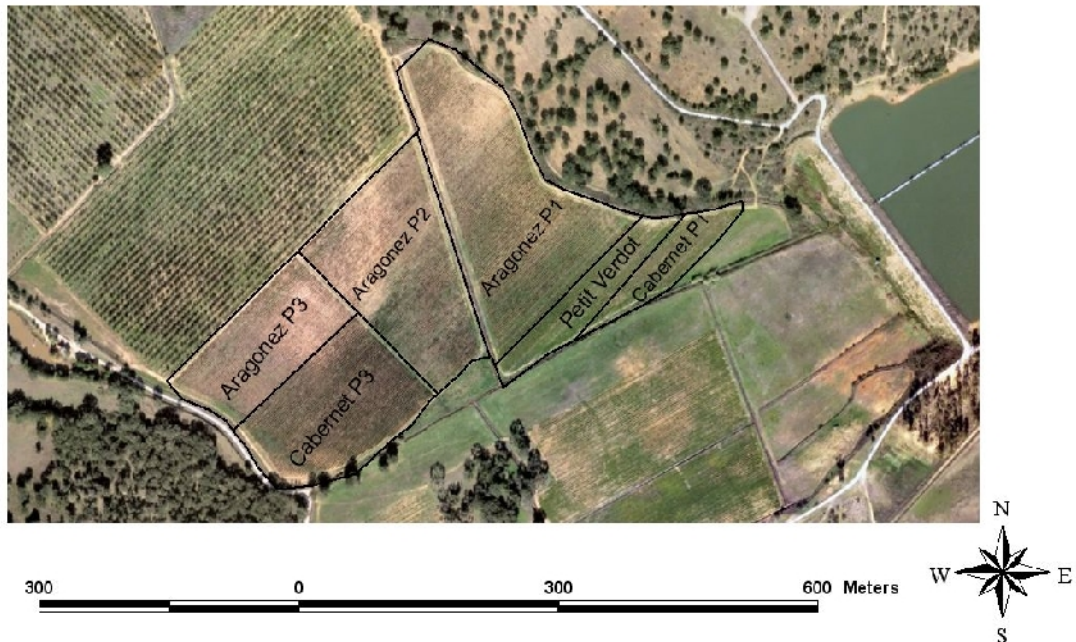


Figura 4 – Fotografia aérea da parcela Coelheiros 1 com respectivos talhões.

A parcela Coelheiros 1 foi instalada no ano 1986/1987, enquanto a Coelheiros 2 data de 2000/2001, encontrando-se ambas em plena produção. Foram instaladas com compasso 2,5 x 1,2 metros, utilizando-se os porta-enxertos *99 Richter*.

Estes porta-enxertos são muito utilizados em Portugal, uma vez que são muito vigorosos e com boa adaptação a solos secos, de baixa fertilidade e medianamente calcários.

A utilização de *99 Richter* é pouco aconselhada em solos salinos, sendo este porta-enxerto muito sensível a deficiências de potássio no solo mas bem adaptado a solos pedregosos ou compactos²⁶.

O sistema de condução adoptado nesta vinha é aramado em cordão bilateral, segundo o qual o tronco é posicionado na vertical, sem qualquer ramificação abaixo do arame, no qual se apoiam os braços dispostos na horizontal em sentidos opostos a uma distância de 60-70 cm do solo.

²⁶ <http://www.infovini.com>

Nos anexos 2 e 3 encontram-se respectivamente as planificações das parcelas Coelheiros 1 e 2 com identificação dos diferentes talhões.

Na tabela 3, apresentada em baixo, podem verificar-se as áreas de cada um dos talhões bem como o número total de plantas existentes nos mesmos.

Tabela 3 – Áreas e número de plantas por talhão.

Parcela	Talhão	Áreas (ha)	N.º Plantas
Coelheiros 1	Chardonnay	4,05	13498
	Cabernet Meio	3,4	11332
	Aragonez Monte	0,27	907
	Arinto	0,35	1167
	Trincadeira	1,33	4443
Coelheiros 2	Aragonez P3	1,75	5833
	Cabernet P3	2,2	7333
	Aragonez P2	2,9	9666
	Aragonez P1	3,35	11166
	Petit Verdot	1	3333
	Cabernet P1	0,8	2666

2.2. Solos predominantes e suas características

Os solos dominantes nesta zona são de origem granítica com algumas manchas de derivados de xistos e quartzo dioritos. São solos de média a baixa capacidade de uso e portanto com nível de fertilidade médio ou baixo²⁷.

De um modo geral, o teor de matéria orgânica é baixo e a estrutura ligeira, resultando numa fertilidade química reduzida, ao contrário do que sucede em solos de estrutura mais fina, que por terem mais argila apresentam fertilidade química mais elevada.

A capacidade de retenção de água varia com a estrutura dos solos, sendo que em solos mais pesados de estrutura mais fina, a drenagem sub-superficial é essencial para evitar asfixia radicular e erosão²⁸.

²⁷ <http://www.aesbuc.pt>

²⁸ <http://www.sograpevinhos.eu/>

A família predominante é a Pm - Solo mediterrâneo pardo de dioritos ou quartozitos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins, que se enquadra no grupo dos solos Mediterrâneos pardos de materiais não calcários.

A parcela Coelheiros 1 é classificada, segundo a Carta de Capacidade de uso do solo como Bs, solo com limitações na zona radicular.

2.3. Topografia

Com base no levantamento topográfico efectuado com o GPS – TRIMBLE RTK 4700/5700, foram construídas as cartas de altimetria (anexos 4 a 5), segundo as quais pode verificar-se que as parcelas apresentam declive pouco acentuado, sendo as cotas mínima e máxima de 253 e 277 metros respectivamente no caso da parcela Coelheiros 1, e de 279 e 291 metros para Coelheiros 2.

O declive das parcelas Coelheiros 1 e 2 é maioritariamente inferior a 3%, havendo apenas pequenas zonas em que ultrapassa este valor.

O levantamento topográfico dos talhões em simultâneo com a medição da condutividade eléctrica aparente do solo foi efectuado no dia 12 de Abril de 2010.

2.4. Clima

A vinha situada no Alto Alentejo insere-se na faixa Ibero-Mediterrânea²⁹. O clima é mediterrâneo, aliado a uma acentuada continentalidade, sendo caracterizado por Primaveras e Verões excessivamente quentes e secos com a precipitação concentrada nos meses de Inverno, sendo a sua média anual na ordem de 550-650 mm²⁹.

As condições climatéricas verificadas na zona em estudo apresentam características marcadamente favoráveis à síntese e acumulação dos açúcares e à concentração de matérias corantes na película dos bagos, apresentando uma especial aptidão para a viticultura²⁹. A temperatura média anual nesta região é de 15,5-16°C, a temperatura média das máximas

²⁹ <http://www.aesbuc.pt>

absolutas é de 20,5-21°C (máxima absoluta 42,1°C.), e a média das mínimas absolutas de 11-11,5°C (mínima absoluta -5°C)²⁹.

Analisado o intervalo de 1 de Janeiro de 2010 a 1 de Outubro, dia em que terminou a vindima, verificou-se que a temperatura média foi de 17,2°C, ao passo que as médias das máximas e mínimas foram respectivamente 10,2 e 24,8°C. A temperatura mínima verificada foi de -3,42°C no dia 14 de Fevereiro, enquanto a máxima foi de 40,77°C no dia 6 de Julho.

A insolação anual é de aproximadamente 3000 horas, sendo particularmente elevada no trimestre que antecede as vindimas, o que contribui para a perfeita maturação das uvas e qualidade dos vinhos³⁰.

A campanha 2010, em que foi efectuado este estudo, teve um Outono com temperaturas altas, que dificultou a entrada em dormência das videiras. Seguiu-se um Inverno com precipitação continuada e bem distribuída até Maio, que deixou os solos bem abastecidos de água mas impediu a entrada de máquinas no campo até ao mês de Abril. Este facto, aliado às condições óptimas de desenvolvimento de fungos, elevada humidade no ar e no solo criou condições óptimas para o desenvolvimento de fungos, aumentando a necessidade de realização de tratamentos fitossanitários (Falcão *et al.*, 2010).

Os meses de Julho e Agosto apresentaram temperaturas muito elevadas e noites quentes, tendo a descida ocorrido apenas a partir de 5 de Setembro (Falcão *et al.*, 2010).

A combinação de todos os factores resultou numa vindima precoce, com muita heterogeneidade, embora as uvas apresentassem pouca acidez e grau confuso. O clima de vindima foi favorável, não se tendo registado entrada regular de chuva (Falcão *et al.*, 2010).

A nível nacional, este ano acabou por permitir um aumento de produção na ordem dos 13% (Falcão *et al.*, 2010).

Com base nos dados recolhidos na Estação Meteorológica de Perímetro de rega do Divor (*Latitude: 38° 44' 16" N; Longitude: 07° 56' 10" W; Altitude: 246 m; Datum 73*) obtiveram-se as figuras abaixo.

³⁰ <http://www.aesbuc.pt>

2.4.1. Registos de temperatura

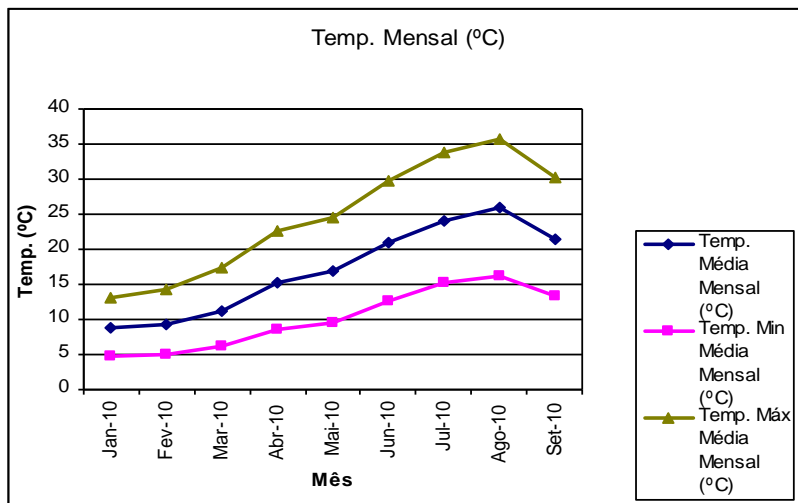


Figura 5 – Temperatura Média Mensal de Janeiro a Setembro de 2010.

2.4.2. Registos de precipitação

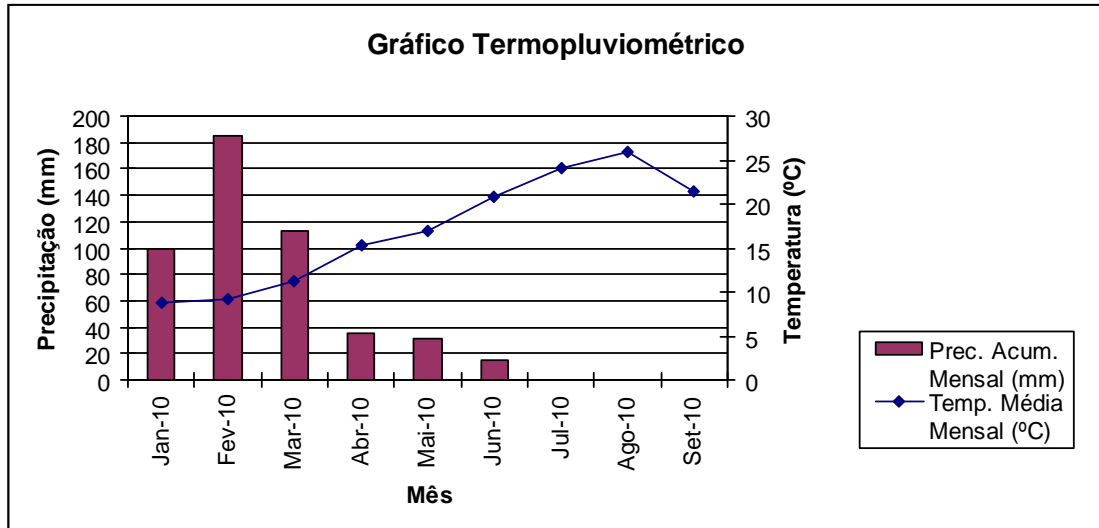


Figura 6 – Gráfico Termopluviométrico de Janeiro a Setembro de 2010.

2.5. Tecnologias de produção

Na “Herdade dos Coelheiros” a vinha é de sequeiro embora se preveja a utilização da rega gota-a-gota em parcelas futuramente plantadas. Assume-se assim o risco de obter produções mais baixas em anos de fraca precipitação ao considerar que o investimento no sistema de rega não é prioritário.

No anexo 14 podem consultar-se as horas dispendidas no controlo sanitário de cada uma das castas em estudo, produtos utilizados e período de realização. A velocidade de trabalho variou entre os diferentes talhões, de acordo com a necessidade de manobras de mudança de linha, nível de infestação verificado, entre outros factores.

Relativamente a poda, podem verificar-se no anexo 16 os períodos dispendidos com a desladroa, poda de inverno, poda verde, despampa e poda de formação nos diferentes talhões. Ao longo destas operações é efectuada a desinfecção das tesouras e serrotes com hipoclorito de sódio a nível preventivo.

A operação de monda química foi realizada através da aplicação do herbicida não selectivo “Montana” cuja acção sistémica visa combater infestantes anuais e vivazes. A dose utilizada foi de 6,25 litros por hectare, e a aplicação realizada apenas nos talhões em que se verificaram níveis de infestação considerados prejudiciais.

Pode ser consultada no anexo número 17 uma tabela com total de horas e data em que se realizou a monda química.

2.6. Acompanhamento de maturação

A determinação do momento certo para iniciar uma vindima é de extrema delicadeza uma vez que se vai reflectir nas características e qualidade do vinho.

Na “Herdade dos Coelheiros” o acompanhamento da maturação das uvas é feito por talhão, através da colheita aleatória de 200 bagos de pés de videira, transportados em sacos de plástico até ao laboratório, localizado no interior da adega. Os bagos são esmagados manualmente, dando origem a mosto, no qual são analisados pH, densidade, acidez total, grau Baumé e grau de álcool provável.

No ano 2010 o acompanhamento da maturação teve início no dia 16 de Agosto, considerado como “dia zero”, sendo realizado em cada um dos talhões de acordo com a evolução das suas uvas. Efectuou-se a contagem dos dias em que foram feitas análises relativamente ao “dia zero” de forma a permitir comparar a evolução nos diferentes talhões. O acompanhamento da maturação estendeu-se até se considerarem reunidas as condições para avançar com a vindima, efectuada nos dias que sucedem ao último controlo de maturação, logo que logisticamente possível.

Os dados obtidos no controlo de maturação encontram-se nos anexos 27 e 28.

A determinação da **acidez total** foi feita por titulação com uma solução padrão de hidróxido de sódio, usando como indicador a fenolftaleína, enquanto o **pH** foi medido com potenciómetro.

O **grau Baumé** foi determinado com um aerómetro mostímetro, que permite a detecção da quantidade de açúcar existente no mosto.

A medição da **densidade** do mosto, ao longo da maturação das uvas, foi efectuada com aerómetro, um tubo flutuante com uma escala graduada. Trata-se de um método muito vulgar e com baixo custo de implementação que se baseia no princípio de Arquimedes (Pereira, 1998).

O **grau de álcool provável** consiste na relação entre o teor de açúcar existente nas uvas/mosto e o grau alcoólico adquirido após a fermentação, por acção das leveduras, sabendo-se que por cada 17,5 gr/l de açúcar existentes numa amostra, poderá obter-se 1 grau de álcool. Foi utilizado um mostímetro Anadil para determinação do grau alcoólico provável, sendo necessário efectuar a correcção do valor medido, através de uma tabela fornecida com o mesmo, uma vez que o aparelho é aferido a 20°C. O valor resultante do acerto permite a determinação do grau alcoólico provável através de consulta de uma outra tabela, também fornecida com o equipamento.

2.7. Colheita

A tabela 4 mostra as datas em que foi efectuada a colheita de cada um dos talhões.

Tabela 4 – Período em que foi efectuada a colheita da uva no ano 2010.

Parcela	Talhão	Período de Colheita
Coelheiros 1	Chardonnay	01-Set
	Cabernet Meio	23, 24 e 27-Set
	Aragonez Monte	20-Set
	Arinto	02-Set
	Trincadeira	02 e 03-Set
Coelheiros 2	Aragonez P3	20, 21 e 22-Set
	Cabernet P3	29 e 30-Set e 01-Out
	Aragonez P2	08, 17 e 20-Ser
	Aragonez P1	03 e 06-Set
	Petit Verdot	28 e 29-Set
	Cabernet P1	29-Set

Na “Herdade dos Coelheiros”, para a escolha da data de colheita é feita uma ponderação entre diversos factores tais como o estado sanitário, grau alcoólico, que deve ser próximo de 14% e o compromisso acidez/teor de açúcar que espelha a evolução das maturações alcoólica e fenólica. À evolução dos diversos parâmetros conjugam-se ainda questões logísticas tais como a disponibilidade de mão-de-obra, o horário de funcionamento da adega e o volume de cubas disponível para acondicionamento do vinho.

2.8. Medição de conductividade eléctrica aparente do solo e georreferenciação dos dados

A medição da conductividade eléctrica do solo foi realizada em duas parcelas da vinha da “Herdade dos Coelheiros” com recurso a um sensor de indução electromagnética DUALEM rebocado por um tractor vinhateiro, no dia 29 de Abril de 2010. O modelo utilizado foi o DUALEM-1, no qual a distância entre transmissor e receptor é de 1 metros.

As medições foram realizadas a 20-30 cm e 50-60 cm, sendo que a segunda medição indica uma média do valor verificado desde a superfície até à referida profundidade.

A opção por um sensor de indução deveu-se, entre outras razões, ao facto de este ser indicado para solo pedregoso, seco e compactado, permitir medições a duas profundidades distintas simultaneamente e ter uma calibração extremamente precisa.

Simultaneamente foi feito o levantamento topográfico de forma a obter um mapeamento fidedigno das áreas de estudo e possibilitar a avaliação de factores como declive, inclinação da encosta ou altitude.

A utilização do GPS com correcção diferencial aos satélites geostacionários (EGNOS) permitiu ainda a referenciação dos dados de conductividade eléctrica.

O GPS permite a georeferenciação de um dado equipamento com uma precisão sub-métrica, através de uma série de satélites militares (Silva e Garcia, 2002).

Ao iniciar um levantamento topográfico é necessário escolher o sistema de coordenadas, a área de estudo e o equipamento a utilizar. O primeiro passo deve ser a georeferenciação dos limites do terreno e de pontos relevantes dentro da área em causa. No caso de um levantamento para georeferenciação de outra medição como acontece com a conductividade eléctrica é importante utilizar para ambas a mesma intensidade de medição (Corwin *et al.*, 2005).

Nos anexos 8 a 11 estão os mapas de conductividade eléctrica obtidos.

2.9. Recolha de monólitos

A recolha de monólitos consiste na obtenção de uma amostra de todo o perfil do solo mantendo a sua estrutura natural e disposição dos horizontes.¹⁷

Esta técnica permite a classificação dos solos, sua correlação e interpretação (Conceição, 1988).

Foram recolhidos 9 monólitos (anexos 12 e 13) considerando diferentes valores de conductividade eléctrica aparente, de modo a obter amostras representativas da heterogeneidade existente em toda a área, procurando interpretar quais os factores que mais a influenciam.

Os monólitos foram recolhidos com calhas de 10,5 cm de diâmetro e 101,5 cm de comprimento.

Os pontos foram devidamente identificados e a recolha foi efectuada no dia 25 de Junho de 2010.

2.10. Análises de solo

Na “Herdade dos Coelheiros” realizaram-se análises de solo por talhão com o objectivo de programar as adubações.

O procedimento adoptado consistiu na recolha de várias amostras de solo ao longo de cada talhão em pontos próximos aos identificados nos anexos 20 e 21. Tendo presente que a representação dos pontos demarcados nas cartas não apresenta muito rigor procurou-se interpretar os dados obtidos.

Os resultados das análises efectuadas podem ser consultados no anexo 26.

A utilização de análises de solo neste trabalho tem como objectivo conhecer melhor os factores limitantes ou potenciadores da conductividade eléctrica aparente do solo nos diferentes talhões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção

Nas figuras 7, 8 e 9 (em baixo) pode verificar-se a produção em kg de uva colhida nos últimos anos, nos diferentes talhões. De acordo com esta análise pode verificar-se que o ano sobre o qual incidiu este estudo - 2010 - foi bastante satisfatório, especialmente quando comparado com os três anos que o antecederam.

Nas tabelas 8 e 9 não são apresentados os dados do ano 2011 pois não foi efectuada colheita nos talhões em causa, devido à grande quebra de produção verificada.

A análise das figuras 7, 8 e 9 mostram que todos os anos apresentam produções bastantes distintas em termos de quantidade de uva colhida. Por exemplo, a produção da casta Aragonez no ano 2010 foi aproximadamente o dobro do que se verificou nos anos anteriores (figura 9).

Esta análise permite levantar questões relativamente a algo mais difícil de quantificar – a qualidade da uva colhida. Será esta tão variável ao longo das diferentes campanhas como é a quantidade produzida? Existirá capacidade de avaliar em tempo real as diferenças entre talhões tomando o máximo partido da qualidade da uva em cada ano?

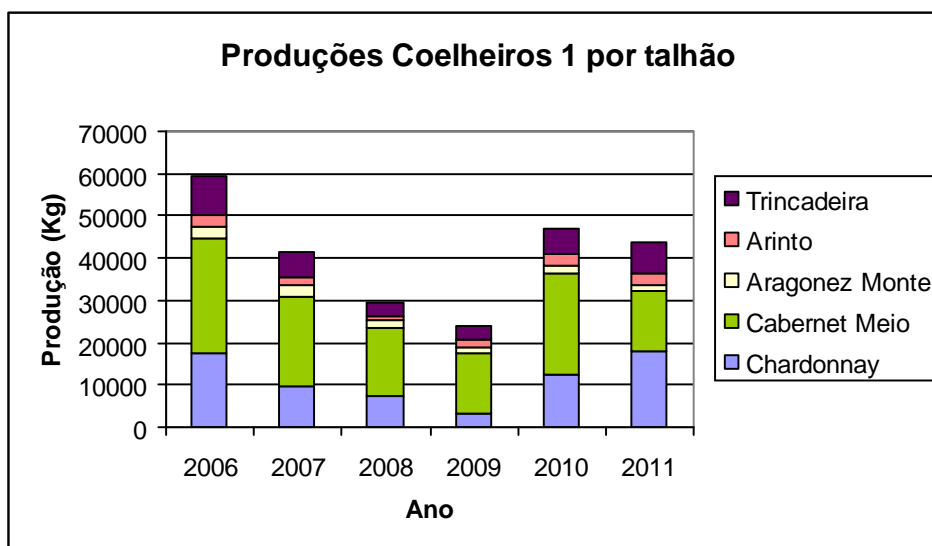


Figura 7 – Produções anuais dos diferentes talhões da parcela Coelhoiros 1.

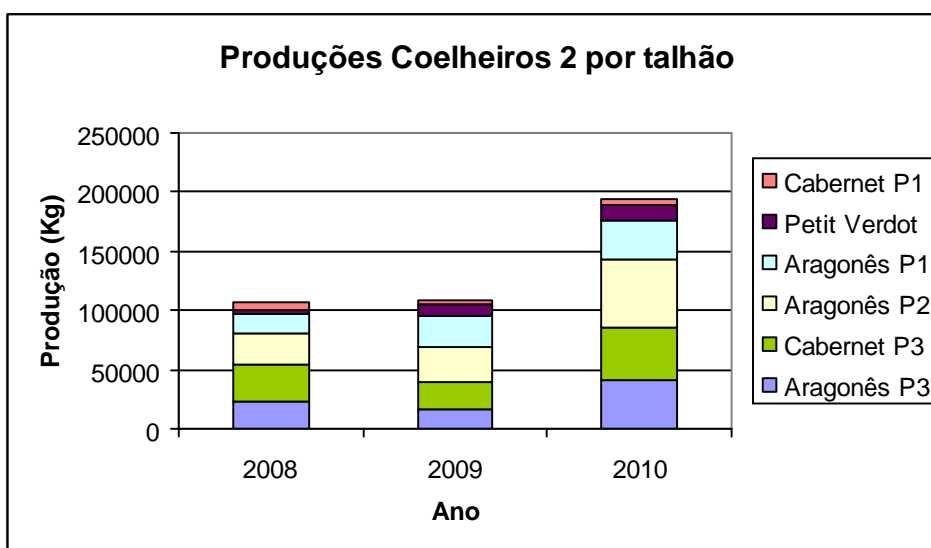


Figura 8 – Produções anuais dos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.

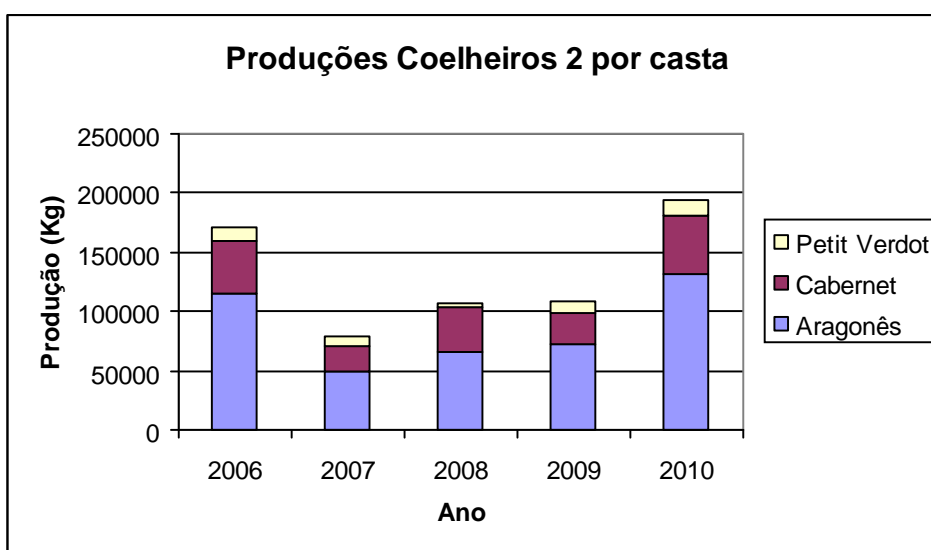


Figura 9 – Produções anuais da parcela Coelheiros 2 agrupadas por casta.

As figuras 10 a 13 permitem a comparação entre os diferentes talhões, uma vez que indicam a produção obtida por hectare e planta. As tabelas que serviram de base à construção destes gráficos podem ser consultadas nos anexos 18 e 19.

Comparando as parcelas Coelheiros 1 e 2, verifica-se uma produção muito superior na segunda, apesar de existirem igualmente grandes discrepâncias dentro de cada uma delas.

Na parcela Coelheiros 1 verifica-se um padrão individual de cada um dos talhões uma vez que, ao longo dos anos as diferenças de produção entre os mesmos são semelhantes, com exceção do talhão de Arinto. (figuras 10 e 11). Pode assim verificar-se que o clima tem grande influência sobre o desempenho de cada casta, levando a discrepâncias consideráveis como sucedeu no talhão Aragonez Monte no qual a produção variou entre 3,1 kg/planta em 2006 e apenas 1,5 kg/planta em 2010.

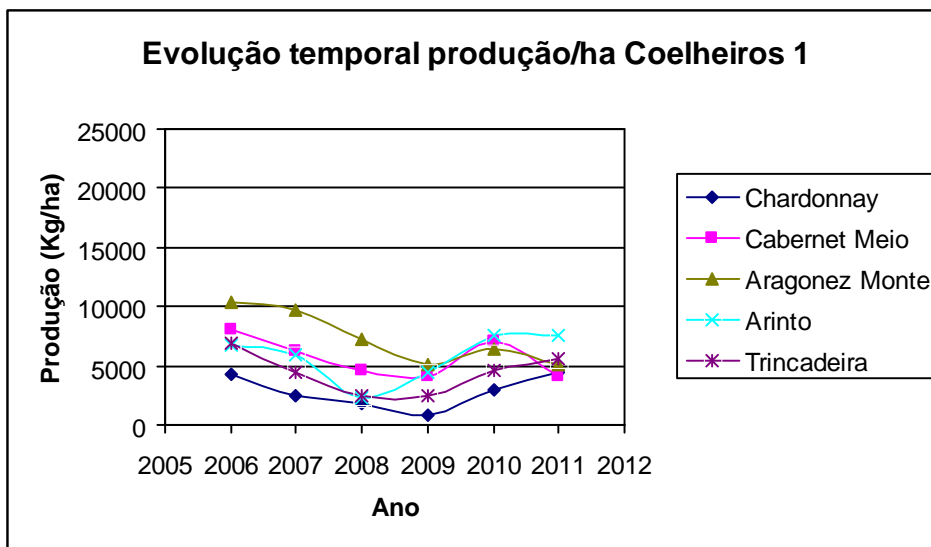


Figura 10 – Evolução temporal da produção em Kg/ha nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.

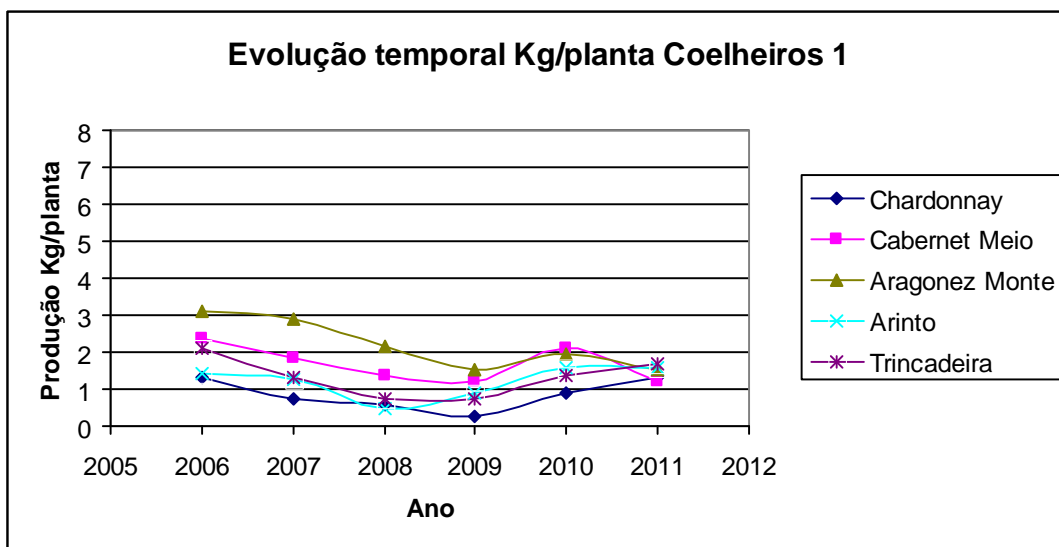


Figura 11 – Evolução temporal da produção em kg/planta nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.

Na parcela Coelheiros 2 também se pode verificar uma influência semelhante em todas as castas por parte do factor clima, apesar de neste caso se verificarem variações comportamentais maiores. Se no caso do talhão Aragonez P3 a produção aumentou de 2,8 para 7,1 kg/planta entre 2009 e 2010, no mesmo intervalo em Cabernet P1 houve um acréscimo de 1 para 1,5 kg/planta (figura 13).

É ainda de salientar a grande diferença de produções entre talhões com a mesma casta, como sucede entre Cabernet P3 e P1, que a título de exemplo, em 2010 tiveram uma produção de 6,1 e 1,5 kg/planta respectivamente. Perante este facto pode concluir-se que as características do solo e topografia terão uma grande peso, mesmo numa vinha não regada, uma vez que casta, idade das plantas e clima se mantêm. Existe ainda a possibilidade de, para esta diferença, contribuir a diferente gestão das operações culturais, em especial da poda, que pode ter implicações na produção por planta.

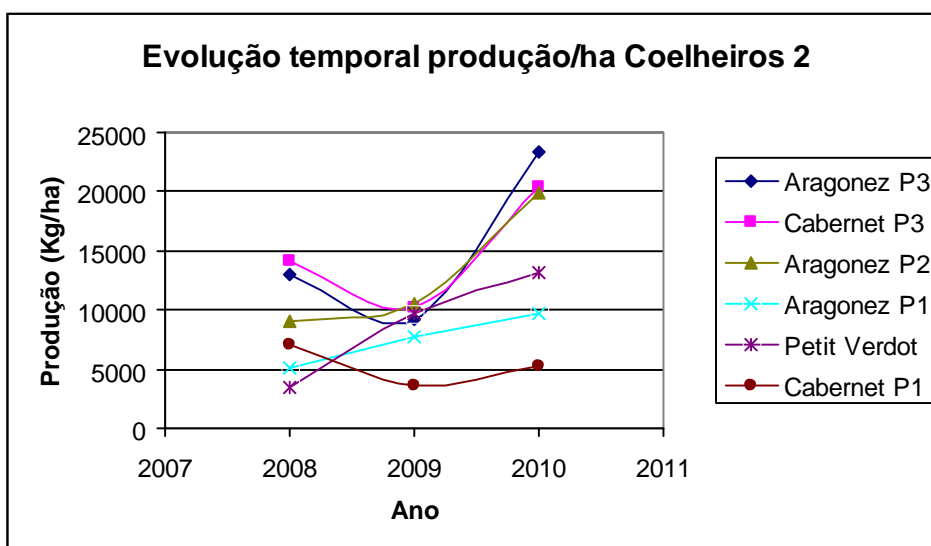


Figura 12 – Evolução temporal da produção em Kg/ha nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.

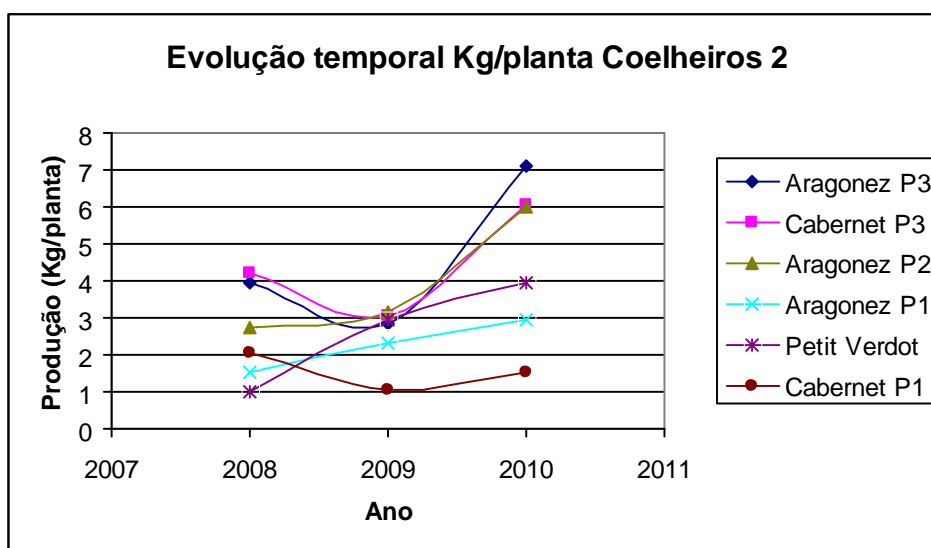


Figura 13 – Evolução temporal da produção em kg/planta nos diferentes talhões da parcela Coelhoiros 2.

Segundo o diagnóstico realizado pelo Gabinete de Planeamento e Políticas no ano 2007, a produtividade da vinha apresenta uma elevada variabilidade temporal e espacial embora se saiba que varia entre os 28 hl/ha em Portugal e os 144 hl/ha no Luxemburgo. Os talhões estudados são representativos desta grande variabilidade, uma vez que, tendo em conta um rendimento médio de 75 %, se obtiveram produtividade mínima e máxima aproximadas de 23 e 175 hl/ha (tabela 9).

Tabela 9 – Produção obtida nos diferentes talhões das Parcelas Coelhoiros 1 e 2 no ano 2010.

	Castas	Áreas (ha)	N.º Plantas	Produção (kg)	Produção (kg/planta)	Produção (kg/ha)	Produção (hl/ha)*	Produção média (kg/ha)
Coelhoiros 1	Chardonnay	4,1	13498	12227	0,9	3019	23	5746
	Cabernet Meio	3,4	11332	24145	2,1	7101	53	
	Aragonez Monte	0,3	907	1748	1,9	6426	48	
	Arinto Monte	0,4	1167	2670	2,3	7629	57	
	Trincadeira Monte	1,3	4443	6069	1,4	4553	34	
Coelhoiros 2	Aragonez P3	1,8	5833	40837	7,0	23335	175	15301
	Cabernet P3	2,2	7333	44872	6,1	20397	153	
	Aragonez P2	2,9	9666	57682	6,0	19890	149	
	Aragonez P1	3,3	11166	32730	2,9	9770	73	
	Petit Verdot	1	3333	13215	4,0	13215	99	
	Cabernet P1	0,8	2666	4160	1,6	5200	39	

* Produção em hl/ha calculada tendo em conta um rendimento de 75%.

3.2. Maturação

Apresentam-se de seguida as figuras 14 a 29 que mostram a evolução das uvas das diferentes castas e parcelas relativamente aos diferentes parâmetros estudados. Os dados que serviram de base à construção dos gráficos encontram-se nos anexos 27 e 28.

Ao longo desta análise, será bom ter em conta que os dados são obtidos numa única medição, o que não permite despistar qualquer erro experimental, ao nível da leitura, manuseamento ou amostragem. Em termos de estudo comportamental seria interessante contar com mais medições mas tal não se revela compensatório a nível da empresa pois implica mais tempo dispendido na tarefa, sem que se verifique uma vantagem clara.

Cabe ainda ressaltar o facto de esta dissertação não ter como fim questionar as decisões tomadas em termos de data de colheita, embora em alguns casos se possam levantar questões acerca das mesmas. Caso as decisões tomadas tivessem sido diferentes, decerto os resultados também o seriam, nomeadamente do que toca às características das uvas na data de colheita, utilizadas neste trabalho para quantificar a qualidade das mesmas. Este estudo incide assim sobre as condições concretas apresentadas à data de colheita, e não sobre o potencial de qualidade das uvas.

O principal objectivo da análise dos parâmetros de maturação que se segue, é determinar diferenças comportamentais entre os diferentes talhões e posteriormente tentar interpretá-las à luz dos valores de condutividade eléctrica e das características do solo. Para tal, é de especial importância a comparação entre os diferentes talhões em que existe a mesma casta, o que só acontece no caso do Aragonez e Cabernet.

3.2.1. pH

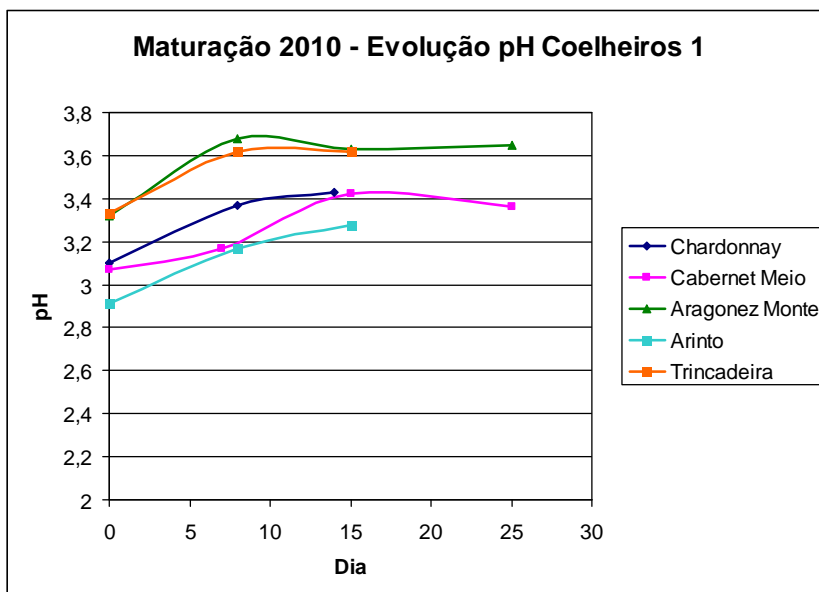


Figura 14 – Evolução do pH nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.

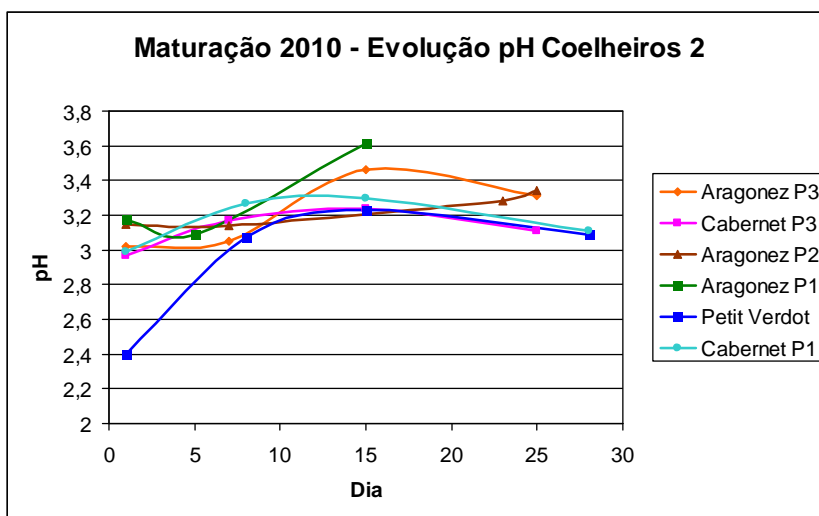


Figura 15 – Evolução do pH nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.

Em relação à evolução do pH do mosto das uvas, verifica-se que houve um crescimento progressivo, apesar do comportamento ser distinto nas diferentes castas e talhões, tal como pode ser observado nas figuras 14 e 15.

Este resultado corresponde ao verificado em outros trabalhos nos quais o aumento do pH é justificado pela diminuição das concentrações dos ácidos tartárico e málico, à salificação dos ácidos orgânicos, especialmente do tartárico, e ao aumento do potássio (Guerra *et al.*, 1992).

Nalgumas castas, após ter sido atingido o pH máximo, houve uma estabilização do mesmo, como sucedeu no talhão Aragonez Monte e Aragonez P3, o que teria possibilitado uma colheita antecipada, tendo apenas em conta este parâmetro.

Na generalidade, verificam-se na parcela Coelheiros 2 valores de pH's mais baixos, o que poderá eventualmente dever-se às características do solo nesta área. O talhão Petit Verdot apresentava ao início do acompanhamento de maturação um pH muito baixo, o que pode revelar um atraso significativo em relação às outras castas, que foi compensado na medição seguinte, ao dia 8. A hipótese de erro experimental na determinação desse primeiro valor não pode, no entanto, ser descartada.

Dentro da mesma parcela verificam-se comportamentos semelhantes entre as diferentes castas com as curvas a apresentarem declives bastantes semelhantes, apesar dos valores inicial e final serem distintos (figura 14 e 15).

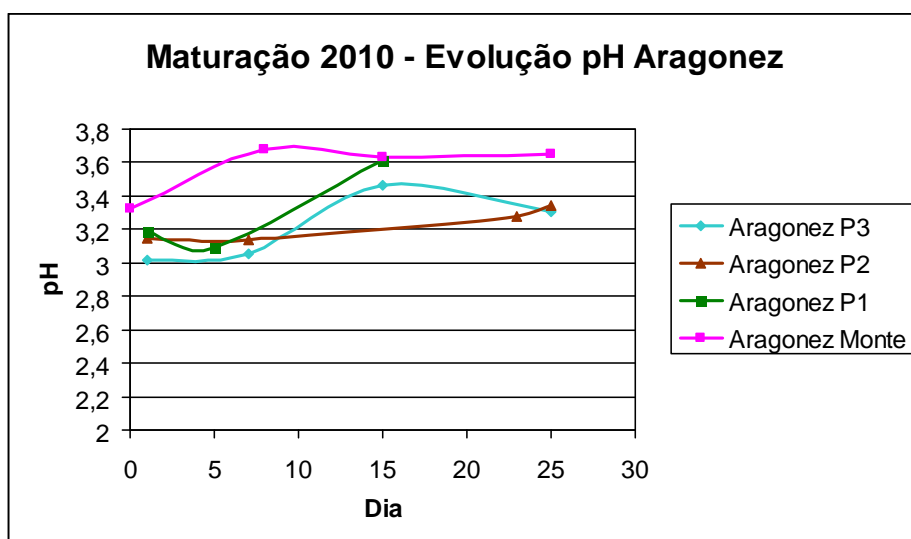


Figura 16 –Evolução do pH nos diferentes talhões com a casta Aragonez.

Quando comparados os diferentes talhões da casta Aragonez, verifica-se que o Aragonez Monte se destaca por apresentar valores de pH mais elevados o que, tal como referido acima, acontece na generalidade dos talhões da parcela Coelheiros 1.

Os talhões Aragonez P3 e P2, apesar de terem evoluções distintas apresentam o mesmo valor de pH ao dia 25, em que é levada a cabo a vindima de ambos.

O talhão Aragonez P2 apresenta um pH muito estável ao longo de todo o acompanhamento de maturação o que faz levantar a questão se a sua maturação terá ocorrido de forma mais lenta.

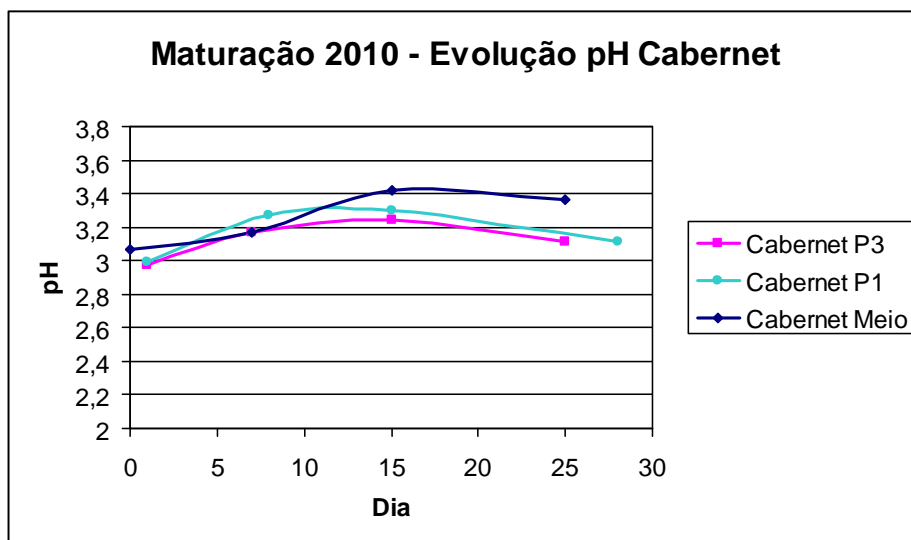


Figura 17 –Evolução do pH nos diferentes talhões com a casta Cabernet.

O talhão Cabernet Meio é o que apresenta pH mais alto quando comparado com os outros talhões da mesma casta, localizados em Coelheiros 2 (figura 17).

pH's mais elevados são indicativos de uma maturação mais precoce, o que justificaria a colheita dos talhões Aragonez Monte e Cabernet Meio mais cedo que os restantes, caso se tivesse em conta apenas este parâmetro.

Ao contrário do que se verifica na casta Aragonez (figura 16), os talhões de Cabernet apresentam uma evolução muito similar (figura 17), o que revela existência de um padrão de comportamento mais homogêneo.

A existência de vários talhões das castas Aragonez e Cabernet permite uma análise mais rica e levanta diversas questões como a influência das características do solo, ou da idade das plantas nos parâmetros estudados.

3.2.2. Acidez total

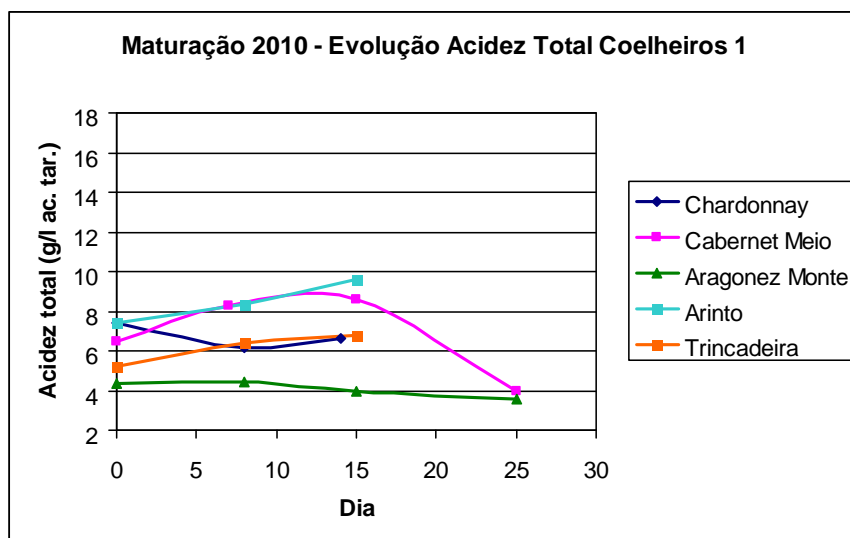


Figura 18 –Evolução da acidez total nos diferentes talhões da parcela Coelhois 1.

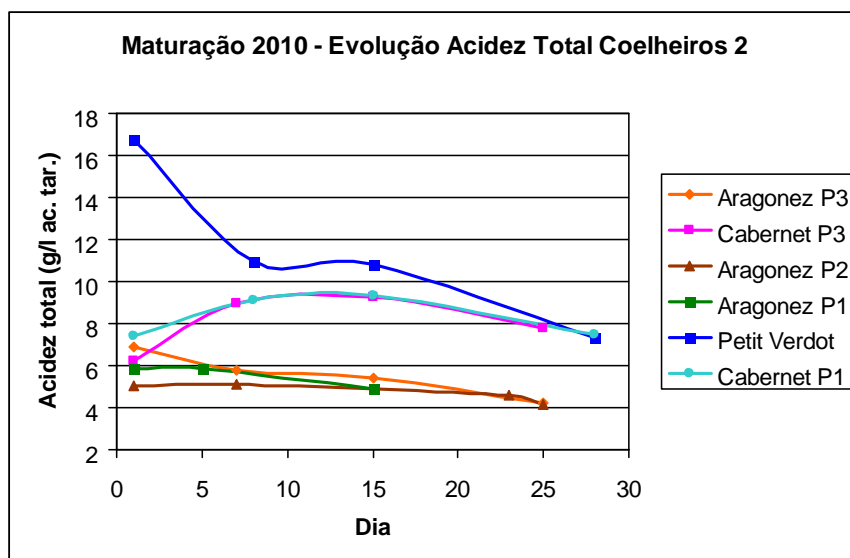


Figura 19 –Evolução da acidez total nos diferentes talhões da parcela Coelhois 2.

De um modo geral, verificou-se o decréscimo da acidez total, embora com algumas excepções, especialmente ao nível da parcela Coelhois 1, na qual houve talhões em que o facto de a colheita ter sido feita mais cedo não permitiu observação desse comportamento (figura 18).

Como já foi referido acima, Bevilaqua (1994) refere que uvas com baixa acidez total permitem obter vinhos de qualidade, o que justifica a escolha da data de colheita da maioria dos talhões para a fase em que a acidez total é mais baixa.

Avaliada a acidez total isoladamente não se compreende o motivo para a antecipação da vindima nos talhões Arinto, Chardonnay e Trincadeira (figura 18). É contudo necessário nestes casos analisar outros factores de grande importância como o grau alcoólico e o estado sanitário das uvas. Assim, remetendo o leitor para a figura 26 (página 67), é de referir que a colheita do Chardonnay foi efectuada por este já ter atingido um grau alcoólico elevado (14%), sendo que acima deste valor existe o risco desta casta originar um vinho demasiado “enjoativo”. A vindima do talhão Arinto terá sido feita no mesmo dia que a do Chardonnay por limitações estruturais, uma vez que se trata de uma área de pequenas dimensões.

No caso do talhão Trincadeira, apesar do teor alcoólico ser baixo e a acidez elevada, foi necessário avançar com a vindima uma vez que os bagos começaram a apresentar alguma podridão. Trata-se de uma casta muito sensível a doenças por ter uma película muito fina, factor que aliado às elevadas temperaturas verificadas desencadeou o “chorar” dos bagos e consequente podridão.

Nos dias que sucederam ao dia 15 (dia 28 de Agosto de 2010) o decréscimo da acidez acentuou-se, nos talhões em que ainda não tinha sido efectuada a vindima, revelando-se um dia importante na gestão da qualidade (figura 18 e 19).

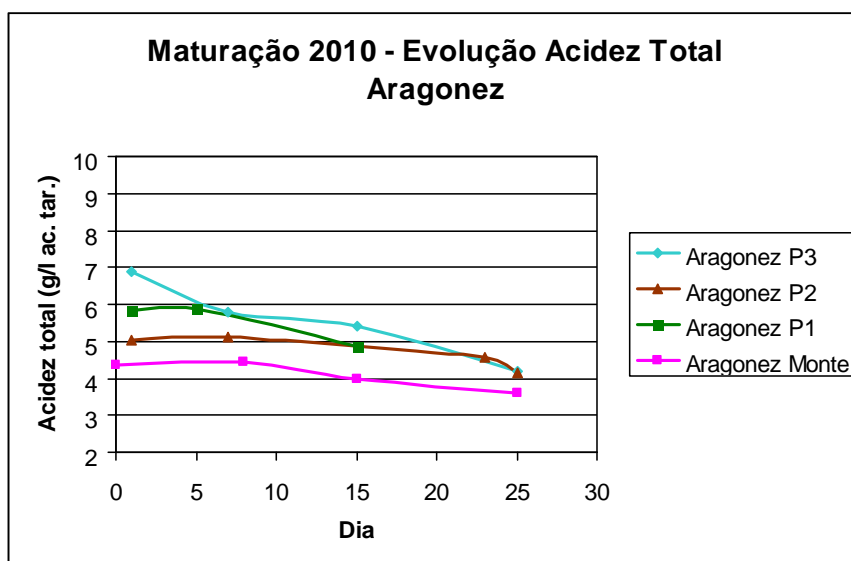


Figura 20 –Evolução da acidez total nos diferentes talhões com a casta Aragonez.

O talhão Aragonez Monte foi o que apresentou valores mais baixos de acidez total ao longo de todo o decorrer dos controlos de maturação. No entanto, todos os talhões apresentaram valores muito próximos de acidez total na altura da colheita, tal como ser verificado na figura 20. Verifica-se na mesma figura que relativamente à acidez total, o comportamento da casta Aragonez foi muito uniforme em todos os talhões.

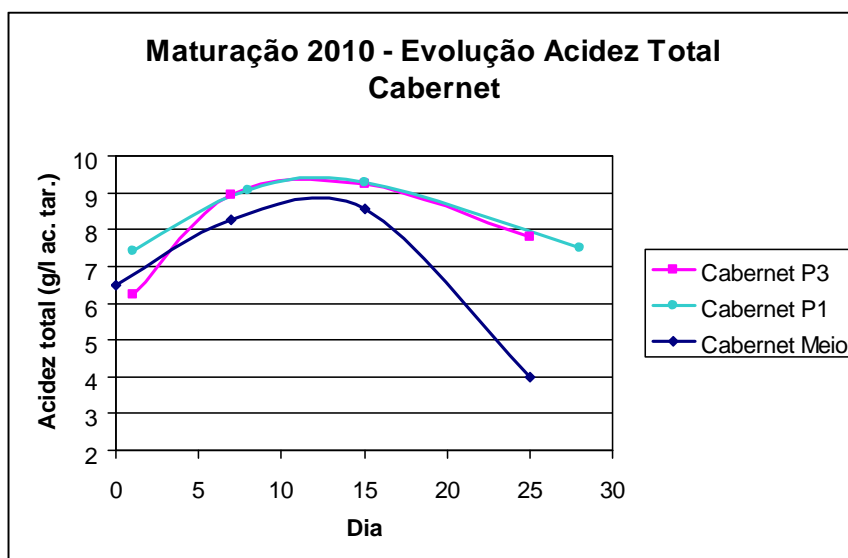


Figura 21 –Evolução da acidez total nos diferentes talhões com a casta Cabernet.

O talhão Cabernet do Meio apresenta valores mais baixos de acidez total, relativamente aos restantes talhões com a mesma casta, especialmente na data de vindima (figura 21). Analisando esta figura isoladamente coloca-se a hipótese de erro experimental mas ao rever a figura 18 parece mais provável esta grande discrepância dever-se a um diferente padrão de comportamento das plantas nas diferentes parcelas (Coelheiros 1 e 2).

Pode assim verificar-se que tanto no talhão Cabernet do Meio como no Aragonez do Monte, ambos localizados na parcela Coelheiros 1, verificaram-se valores mais baixos de acidez relativamente a outros talhões com as mesmas castas (figuras 20 e 21).

De acordo com outros trabalhos esperava-se que a acidez total tivesse um comportamento inverso à evolução do pH (Sato *et al.*, 2011), com valores elevados no início da maturação, uma vez que os ácidos são sintetizados pelas folhas e bagos ainda verdes. O decréscimo durante a evolução da maturação é justificado pela necessidade da planta recorrer aos ácidos como fonte de energia, uma vez que nessa fase as necessidades da planta são maiores (Blouim e Guimberteau,

2004). O aumento dos bagos, a migração de bases e consequente salificação dos ácidos orgânicos, promovem a diluição dos ácidos orgânicos, contribuindo também para a redução da acidez total (Ruffner *et al.*, 1983).

Outras explicações para esta redução progressiva da acidez, resultante da diminuição dos ácidos málico e tartárico (Aquarone *et al.*, 1983) foram dadas por Al-Kaisy *et al.* (1981), segundo o qual se deve ao facto dos ácidos orgânicos estarem entre os principais substratos de respiração da uva, ao passo que Hashizume (1982) a justifica pela transformação do ácido málico em açúcar (Bevilaqua, 1994).

3.2.3. Densidade

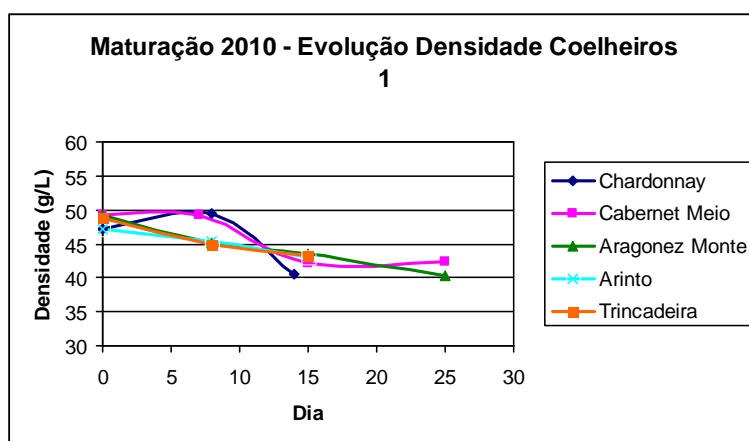


Figura 22 –Evolução da densidade nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.

Na parcela Coelheiros 1 a densidade teve uma evolução muito semelhante em todos os talhões com todas as rectas a apresentar declives e valores iniciais e finais idênticos (figura 22).

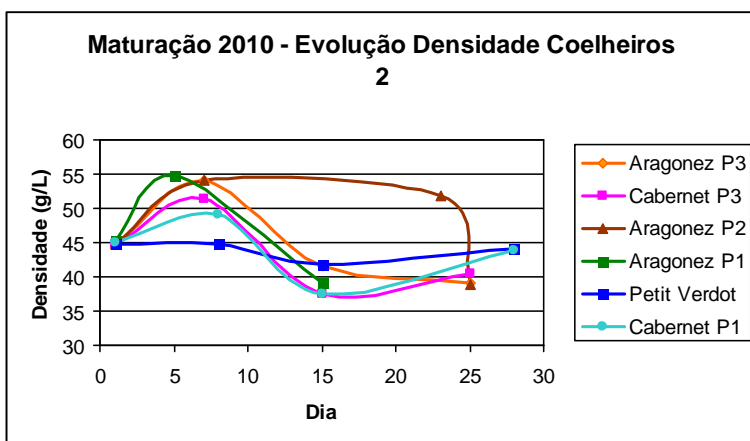


Figura 23 –Evolução da densidade nos diferentes talhões da parcela Coelhoiros 2.

A densidade em Coelhoiros 2 também apresentou um comportamento muito similar, à excepção do talhão Aragonez P2 no qual a descida ocorreu de forma muito abrupta nos últimos 2 dias de controlo de maturação, enquanto as restantes apresentaram uma descida intensa a partir do dia 5 (figura 23). Neste caso não é totalmente afastada a hipótese de erro na determinação do valor verificado no dia 23 em Aragonez P2.

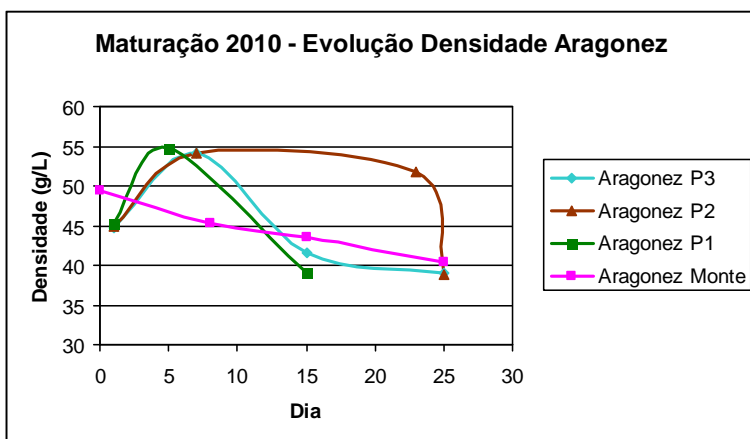


Figura 24 –Evolução da densidade nos diferentes talhões com a casta Aragonez.

Olhando para os diferentes talhões de Aragonez localizados na parcela Coelhoiros 2, pode identificar-se um padrão muito semelhante entre Aragonez P1 e P3 com valores iniciais e finais muito idênticos, tal como os declives das linhas (figura 24). Em Aragonez P2, embora se tenha verificado um valor muito díspar no dia 23, as restantes medições mostram grande proximidade aos restantes talhões da mesma parcela (figura 24).

O talhão Aragonez Monte é o que apresenta um comportamento mais distinto no que toca a valor de densidade inicial e evolução ao longo da maturação, embora o valor final seja semelhante aos restantes talhões (figura 24). Tal diferença pode dever-se à influência das características do solo ou à idade das plantas, uma vez que a parcela Coelheiros 1 foi instalada em 1986/1987, enquanto a Coelheiros 2 data apenas de 2000/2001.

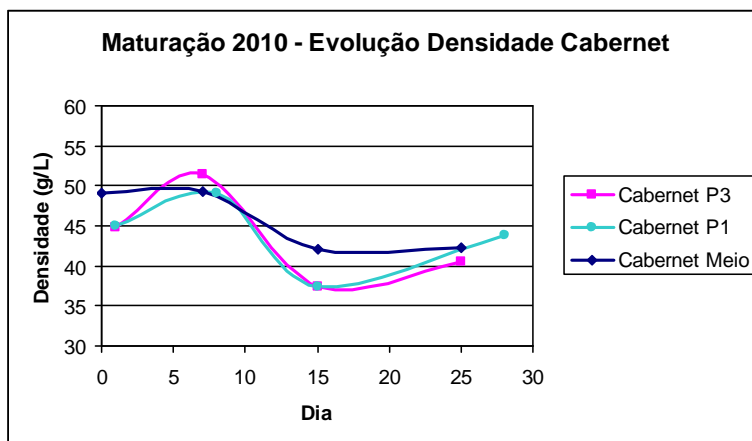


Figura 25 –Evolução da densidade nos diferentes talhões com a casta Cabernet.

No caso da casta Cabernet é também o talhão de Coelheiros 1 que apresenta comportamento mais distinto, enquanto as linhas de P1 e P3 praticamente se sobrepõem (figura 25).

3.2.4. Grau alcoólico provável

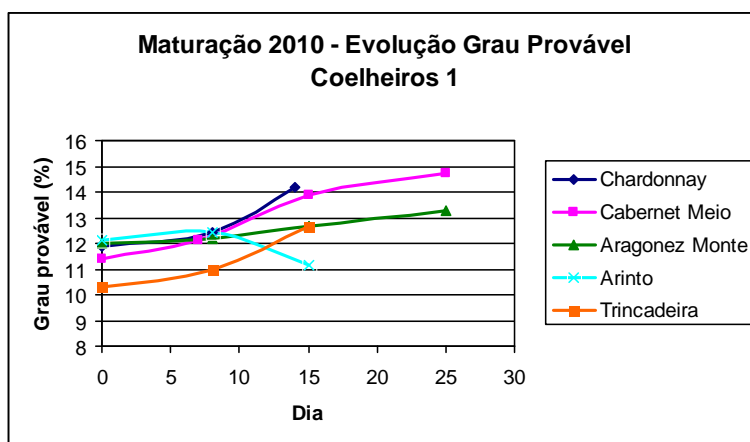


Figura 26 –Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 1.

Contrariamente ao que seria de esperar, o grau alcoólico provável do talhão de Arinto desceu nos últimos dias de controlo de maturação (figura 26). Conforme foi referido acima (página 54) estas uvas foram colhidas na mesma data das de Chardonnay por razões operacionais, embora, através da análise da figura 26 se verifique que não havia vantagem em esperar mais tempo.

Os restantes talhões de Coelheiros 1 apresentam uma evolução muito idêntica no que toca a grau alcoólico provável, sendo a casta Trincadeira aquela que se apresentou mais atrasada no início do controlo de maturação (figura 26).

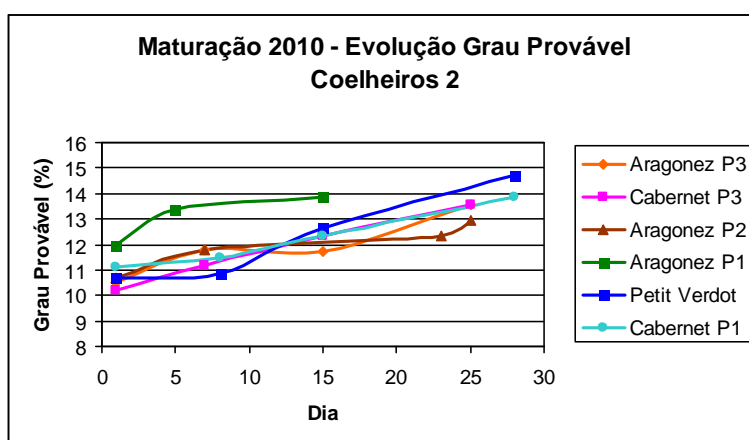


Figura 27 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões da parcela Coelheiros 2.

Excluindo o talhão Aragonez P1, toda a parcela Coelheiros 2 apresenta um padrão comportamental idêntico relativamente ao grau alcoólico provável (figura 27).

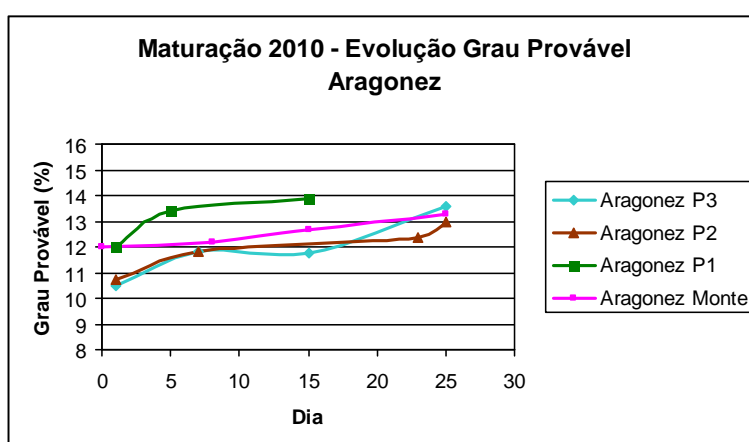


Figura 28 – Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões com a casta Aragonez.

Aragonez P1 é o que apresenta uma evolução mais rápida, tendo em apenas 5 dias de controlo de maturação atingido um valor que a maioria das castas apenas atingiu perto do dia 20 (figura 28). O facto de apresentar um grau alcoólico provável tão elevado poderá ter constituído a razão principal pela qual a sua colheita foi realizada em primeiro lugar.

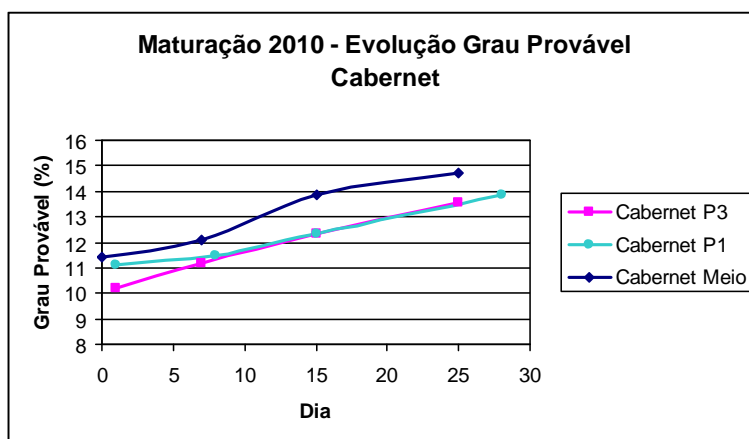


Figura 29 –Evolução do grau alcoólico provável nos diferentes talhões com a casta Cabernet.

Os talhões Cabernet P1 e 3 apresentam evoluções muito idênticas no que toca ao grau alcoólico provável, ao passo que Cabernet do Meio apresenta valores mais elevados (figura 29).

3.3. Classificação qualitativa das uvas

O maneo efectuado na “Herdade dos Coelheiros” inclui a classificação das uvas tintas como normais ou *premium*, consoante a sua qualidade seja ou não acima da média. Esta classificação define a divisão do vinho em lotes, após a fermentação ocorrida em monocasta.

O factor com mais peso nesta divisão é o historial de cada um dos talhões e as características das uvas à data de colheita, não havendo no entanto uma quantificação determinada para os diferentes parâmetros.

Como já foi referido aquando da interpretação das figuras 7 a 9 (página 53 e 54), relativas às quantidades de uva colhidas nos últimos anos, o critério da base histórica por si só é pouco satisfatório uma vez que, tal como a quantidade produzida varia muito de ano para ano, o mesmo

deverá acontecer com a qualidade. Por esta razão torna-se difícil obter vinhos de qualidade e características semelhantes ao longo dos diferentes anos.

Perante a necessidade de quantificar a qualidade das uvas, neste trabalho recorreu-se a critérios meramente indicativos que apenas nos fornecem uma ideia geral do potencial das uvas à entrada da adega. É necessário salvaguardar que as características apresentadas nesse momento dependem de várias decisões tomadas até então, tais como a data de colheita ou manejo das plantas.

A posterior avaliação da capacidade produtiva dos vários talhões resulta de uma extrapolação das características apresentadas pelas uvas, embora a sua produção não tenha ocorrido em condições totalmente controladas.

Em termos reais, de gestão de adega, é essencial avaliar outros aspectos como sanidade e características organolépticas que não foram, no entanto considerados nesta análise.

Os parâmetros estudados - pH, acidez total e grau alcoólico provável - são passíveis de correcções *A posteriori*, o que não invalida que se dê preferência a matéria-prima que não requeira tantas intervenções, uma vez que as mesmas resultam no acréscimo do custo do vinho.

Ricardo Braga em “Vindima Segmentada – Um caso de estudo em Estremoz” (2009) definiu três critérios que deveriam verificar-se simultaneamente para que as uvas tintas fossem consideradas como *premium*:

- pH entre 3,2 e 3,6;
- Grau alcoólico provável entre 12,5 e 14,5 %;
- Acidez total entre 4 e 5 g/l ácido tartárico.

Luís Maia, como enólogo residente da “Herdade dos Coelheiros”, tendo em conta o tipo de vinhos pretendidos, a política e requisitos praticados na mesma, sugeriu que fossem consideradas como *premium* as uvas tintas com as seguintes características:

- pH entre 3,5 e 3,7;
- Grau alcoólico provável entre 13 e 14,5%;
- Acidez total entre 4 e 5 g/l ácido tartárico.

Nas tabelas 10 e 11 será feita a avaliação dos diferentes talhões tendo em conta as características do mosto à data de colheita, considerando as características previamente definidas por Braga (2009) e por comunicação pessoal de Luís Maia.

O facto de surgirem nas tabelas 10 e 11 mais que uma linha para alguns dos talhões deve-se ao facto das uvas não terem entrado na adega simultaneamente tendo sido analisadas em separado.

Foram assinalados a cinzento os valores que preenchem os critérios estabelecidos para fazer parte de um lote *premium* de acordo com Braga (2009) (tabela 10) e Luís Maia (tabela 11). Apresentam-se à direita o número de critérios verificados em cada um dos talhões, ou a sua média, nos casos em que tenha sido efectuada mais de uma análise. Convencionou-se a classificação de Regular, Bom e *Premium* consoante as uvas apresentassem respectivamente um, dois ou três critérios em simultâneo.

Tabela 10 – Classificação das uvas tintas de acordo com critérios definidos por Braga (2009)

Parcela	Talhão	Grau provável (°)	pH	Ac total (g/l ácido tartárico)	Nº critérios <i>premium</i> verificados	Classificação qualitativa
Coelheiros 1	Cabernet Meio	14,2	3,5	4,2	2	Bom
		14,4	3,6	7,1		
		14,4	3,8	4,7		
	Aragonez Monte	13,6	3,5	4,5	3	<i>Premium</i>
	Trincadeira Monte	12,5	3,5	6,7	2	Bom
Coelheiros 2	Aragonez P3	13,0	3,4	4,7	3	<i>Premium</i>
	Cabernet P3	13,6	3,4	5,1	2	Bom
		13,0	3,4	5,5		
		12,0	3,4	5,6		
	Aragonez P2	13,7	3,6	4,1	2	Bom
		13,7	3,4	3,8		
		13,8	3,7	4,1		
		12,8	3,6	3,8		
	Aragonez P1	14,0	3,5	4,8	3	<i>Premium</i>
		13,0	3,6	5,0		
		14,0	3,6	4,0		
Petit Verdot	14,7	3,6	5,9	1	Regular	
Cabernet P1	14,3	3,6	6,8	2	Bom	

Tabela 11 – Classificação das uvas tintas de acordo com os critérios sugeridos por Luís Maia através de comunicação pessoal.

Parcela	Talhão	Grau alcoólico provável (°)	pH	Ac total (g/l ácido tartárico)	Nº critérios <i>premium</i> verificados	Classificação qualitativa
Coelheiros 1	Cabernet Meio	14,2	3,5	4,2	2	Bom
		14,4	3,6	7,1		
		14,4	3,8	4,7		
	Aragonez Monte	13,6	3,5	4,5	3	<i>Premium</i>
	Trincadeira	12,5	3,5	6,7	1	Regular
Coelheiros 2	Aragonez P3	13	3,4	4,7	2	Bom
	Cabernet P3	13,6	3,4	5,1	1	Regular
		13	3,4	5,5		
		12	3,4	5,6		
	Aragonez P2	13,7	3,6	4,1	2	Bom
		13,7	3,4	3,8		
		13,8	3,7	4,1		
		12,8	3,6	3,8		
	Aragonez P1	14	3,5	4,8	3	<i>Premium</i>
		13	3,6	5		
14		3,6	4			
	Petit Verdot	14,7	3,6	5,9	1	Regular
	Cabernet P1	14,3	3,6	6,8	2	Bom

O parâmetro mais restritivo foi, em ambos os casos, a acidez total, uma vez que a maioria dos talhões ainda apresentava na data de vindima, valores mais elevados do que o desejável (tabelas 10 e 11). Este facto não significa que as uvas não tenham potencial para uma qualidade *premium* mas sim que, tendo a data de vindima sido definida por outra razão, não foi atingido o nível ideal de acidez total.

As figuras 30 a 33 (em baixo) ilustram a avaliação qualitativa efectuada às uvas em ambas as parcelas.

Classificação qualitativa da parcela Coelheiros 1 segundo Ricardo Braga

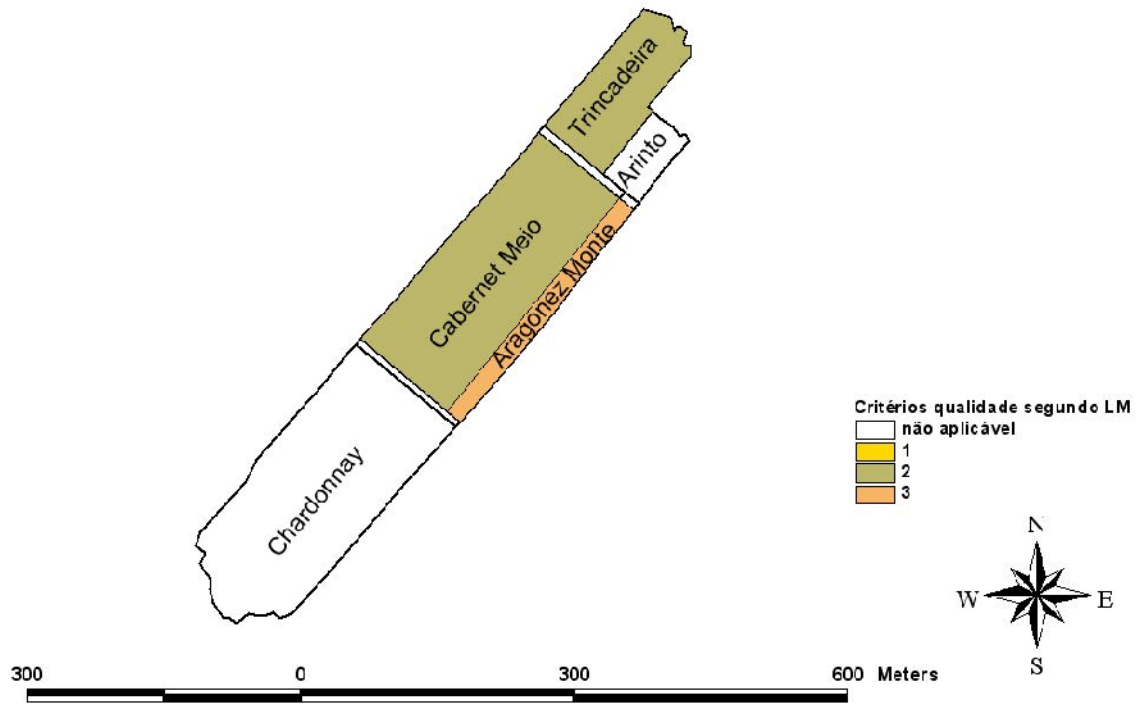


Figura 30 - Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 1 de acordo com critérios definidos por Ricardo Braga.

**Classificação qualitativa da parcela
Coelheiros 2 segundo Ricardo Braga**

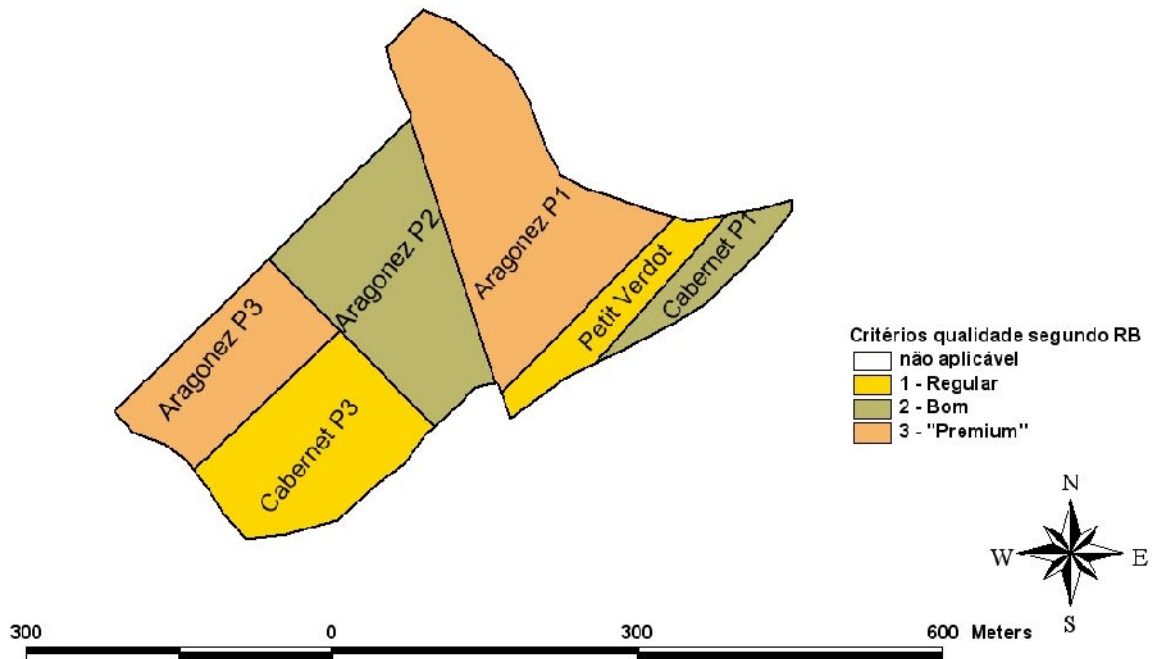


Figura 31 - Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 2 de acordo com critérios definidos por Ricardo Braga.

De acordo com os critérios definidos por Ricardo Braga são consideradas *premium* as uvas provenientes dos talhões Aragonez Monte, P1 e P3.

**Classificação qualitativa da parcela
Coelheiros 1 segundo Luis Maia**

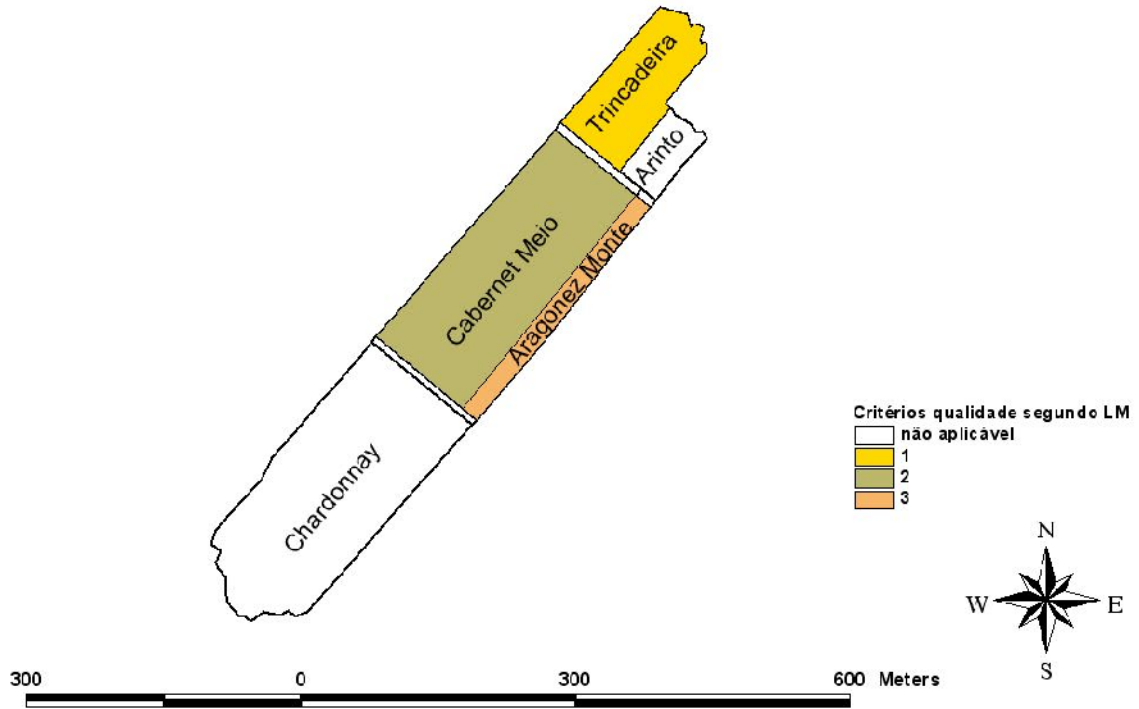


Figura 32 – Classifica o qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 1 de acordo com critérios definidos por Luís Maia.

Classificação qualitativa da parcela Coelheiros 2 segundo Luís Maia

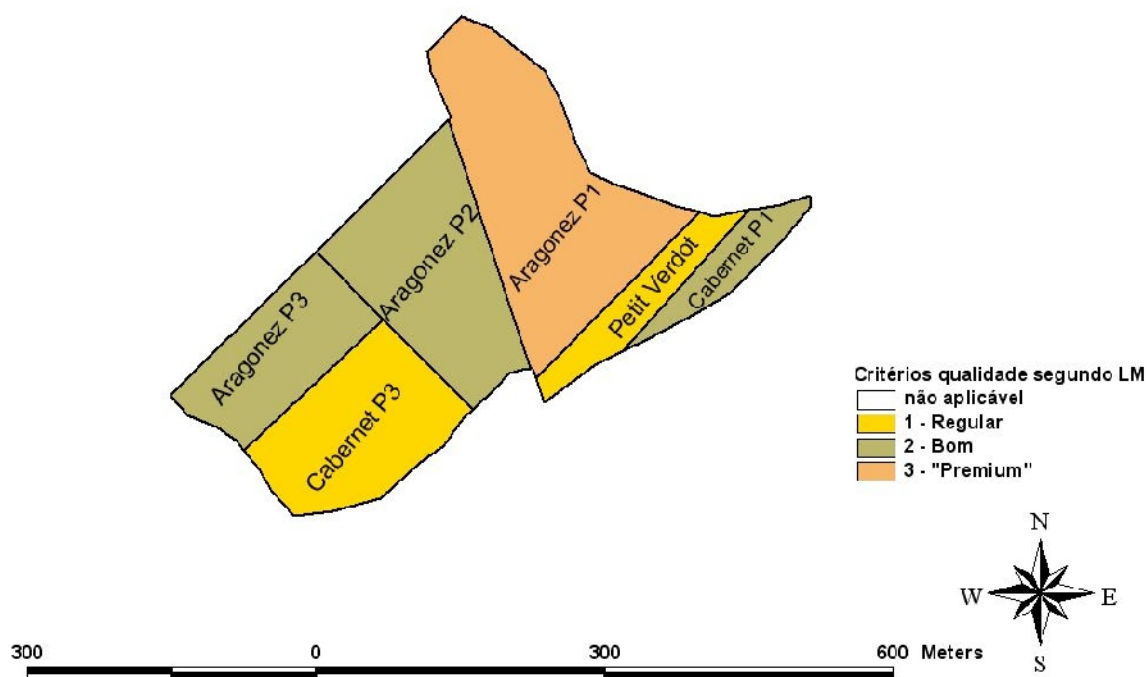


Figura 33 – Classificação qualitativa dos talhões da parcela Coelheiros 2 de acordo com critérios definidos por Luís Maia.

Luís Maia, por sua vez, definiria como *premium* as uvas dos talhões Aragonez Monte e P1. Às restantes uvas foi atribuída a classificação de Bom e Regular consoante o número de critérios verificados.

Ambas as classificações originaram resultados muito semelhantes, apesar dos critérios de Ricardo Braga apresentarem uma maior janela de valores no que toca ao pH e grau alcoólico provável. Por essa razão houve três talhões a verificar mais um critério nesta classificação (Trincadeira, Aragonez P3 e Cabernet P3). Luís Maia, por sua vez sugeriu intervalos mais restritos e deu preferência a pH's mais elevados.

Na figura 34 pode observar-se uma comparação entre as quantidades produzidas por planta nos diferentes talhões, e o número de critérios de qualidade verificados. Pode verificar-se que a produção e a qualidade não apresentam uma relação directa, uma vez que existem talhões com produções e qualidade elevadas, como sucede no talhão Aragonez P3, bem como casos de baixa produtividade e elevada qualidade, como é o caso de Aragonez Monte.

Outro exemplo que ilustra o facto da qualidade das uvas não estar directamente relacionada com a quantidade produzida é o da casta Cabernet. De acordo com os critérios definidos por Ricardo Braga, os talhões Cabernet P1 e P3 apresentam ambos classificação “Bom”, apesar de a produção ter sido respectivamente de 1,5 e 6,1 kg/planta.

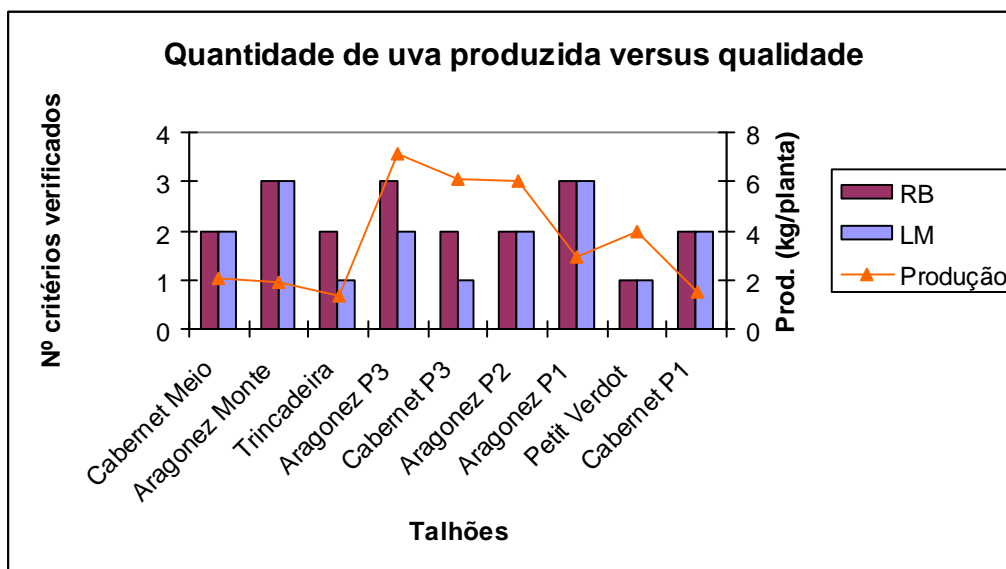


Figura 34 – Quantidade de uva produzida nos diferentes talhões em 2010 versus qualidade segundo critérios definidos por Ricardo Braga e Luís Maia.

Em relação às uvas brancas não se justifica uma avaliação deste tipo, uma vez que, tal como foi explicado acima, foram colhidas por ter sido ultrapassado o grau pretendido no talhão Chardonnay, não tendo sido reunidas as condições ideais em relação aos restantes parâmetros.

Neste caso, foi o facto de se pretender um vinho essencialmente fresco, que definiu a data de vindima, uma vez que para tal o grau não deve ser demasiado elevado.

Ao contrário do que sucede com as uvas tintas, também na “Herdade dos Coelheiros” não é feita distinção qualitativa das brancas pois a sua expressão é muito mais reduzida.

Na tabela 12 apresenta-se a classificação efectuada na “Herdade dos Coelheiros”.

Tabela 12 – Diferenciação qualitativa realizada às uvas obtidas em 2010.

	Talhões	Vinho obtido
Coelheiros 1	Chardonnay	Chardonnay
	Cabernet Meio	Tinto Premium
	Aragonez Monte	Tinto Normal
	Arinto	Branco
	Trincadeira	Tinto Normal
Coelheiros 2	Aragonez P3	Tinto Normal e Premium
	Cabernet P3	Tinto Normal
	Aragonez P2	Tinto Normal
	Aragonez P1	Tinto Normal
	Petit Verdot	Tinto Premium
	Cabernet P1	Tinto Normal

Segundo se pode verificar na tabela 12, classificaram-se como uvas *premium* apenas as resultantes das parcelas Cabernet Meio, Petit Verdot e parte do talhão Aragonez P3.

Esta diferenciação é a mais restritiva, comparativamente às formuladas acima, não sendo totalmente justificada pelos parâmetros utilizados nas mesmas - pH, acidez total e grau alcoólico provável. As diferenças surgem devido ao peso de outros factores como características organolépticas, estado sanitário, entre outros, que não foram contabilizados nestas classificações.

3.4. Conductividade eléctrica

Uma pergunta que se impõe é até que ponto pode o estudo da conductividade eléctrica aparente do solo constituir uma resposta para a delimitação de zonas de diferente potencial produtivo e qualitativo, em vinhas não regadas, sendo um parâmetro relativamente estanque. De facto, a produção de uva depende da conjugação de diversos factores ao nível do solo, clima, planta ou maneiio sendo, como já foi verificado acima, bastante variável. É no entanto muito útil conhecer o potencial do solo, especialmente quando se pretende instalar uma cultura pois desta forma podem A priori identificar-se zonas com limitações ou com maior aptidão para a mesma, especialmente quando se trata de vinhas de sequeiro. Em casos como este, em que a cultura já está instalada, o aprofundamento das características do solo pode contribuir para o tratamento diferenciado das uvas, e mesmo das plantas através da agricultura de precisão. Seleccionando-se

zonas com maior potencial produtivo ou com determinadas limitações poderá fazer-se um manejo diferenciado que potencie o máximo aproveitamento das plantas.

Apesar da variabilidade espacial existente ao nível dos valores de conductividade eléctrica aparente (anexos 8 a 11), é de salientar que os valores são considerados de um nível médio alto.

Nesta fase a interpretação dos valores de conductividade eléctrica aparente do solo pode apenas ser feita com base no relevo do terreno.

Na parcela Coelheiros 1 verificam-se valores mais elevados de conductividade eléctrica aparente na zona de cota superior (anexos 8 e 9) – talhões Trincadeira e Arinto o que pode ser justificado pela facto da erosão da camada mais superficial do solo ter deixado a descoberto uma camada mais argilosa.

Por outro lado, verificam-se duas zonas de conductividade eléctrica aparente mais elevada, ao longo do talhão Aragonez Monte e no talhão de Chardonnay.

Na parcela Coelheiros 2 existem duas zonas de conductividade eléctrica mais elevada verificando-se que, à semelhança do que sucede na parcela Coelheiros 1, o factor com mais influência é a topografia, registando-se valores mais altos nas zonas de maior declive.

Nas zonas baixas, por sua vez, registaram-se valores de conductividade eléctrica aparente mais baixos, o que se deve à deposição de sedimentos provenientes das zonas mais altas.

Outro facto que deve ser salientado é que os valores de conductividade eléctrica do solo foram mais altos na camada mais superficial do solo (20 a 30 cm) o que seria esperado uma vez que esta é a camada mais rica em argila e matéria orgânica, devido à erosão da camada mais superficial, que deixa o horizonte B (camada argilosa) mais à superfície.

Nas figuras 35 a 38 podem consultar-se as sobreposições dos mapas de conductividade eléctrica aparente do solo, medida até aos 20-30 cm de profundidade, e as classificações qualitativas apresentadas no capítulo anterior.

Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 1

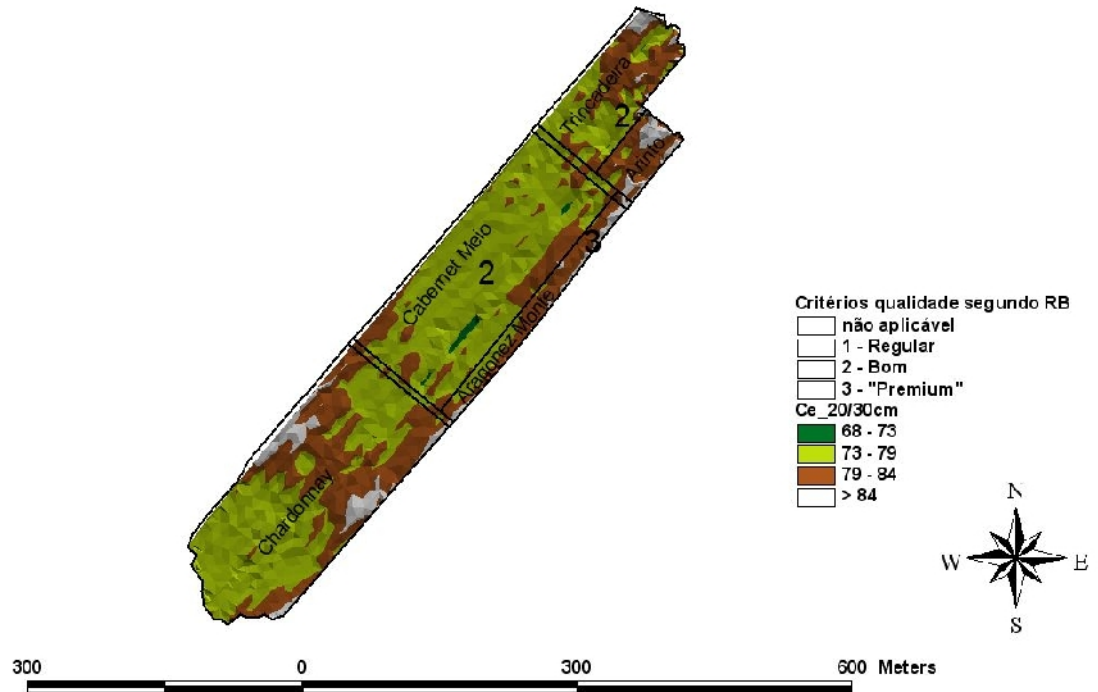


Figura 35 - Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 1.

Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 1

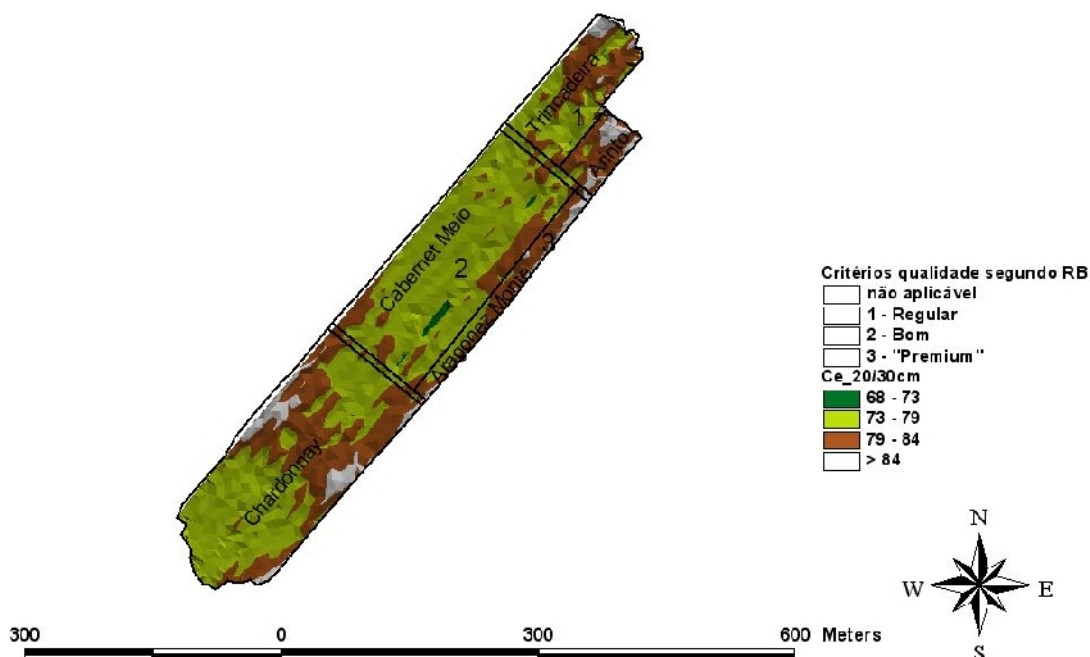


Figura 36 - Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 1.

Na parcela Coelheiros 1 (figuras 35 e 36) o talhão Aragonês Monte distinguiu-se dos restantes por apresentar valores de condutividade eléctrica aparente superiores (acima de 79 mS/m) em praticamente toda a sua área. As uvas obtidas neste talhão foram as únicas a ser consideradas como *premium* segundo os critérios definidos por Ricardo Braga e Luís Maia.

No talhão Cabernet Meio, embora a classe mais representativa em termos de condutividade eléctrica aparente do solo tenha sido a de 73 a 79 mS/m, as uvas obtiveram a classificação dois, cumprindo dois dos requisitos impostos por Ricardo Braga e Luís Maia.

Como já foi referido acima, os talhões Chardonnay e Arinto não são contemplados nesta análise por se tratarem de castas brancas.

Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 2

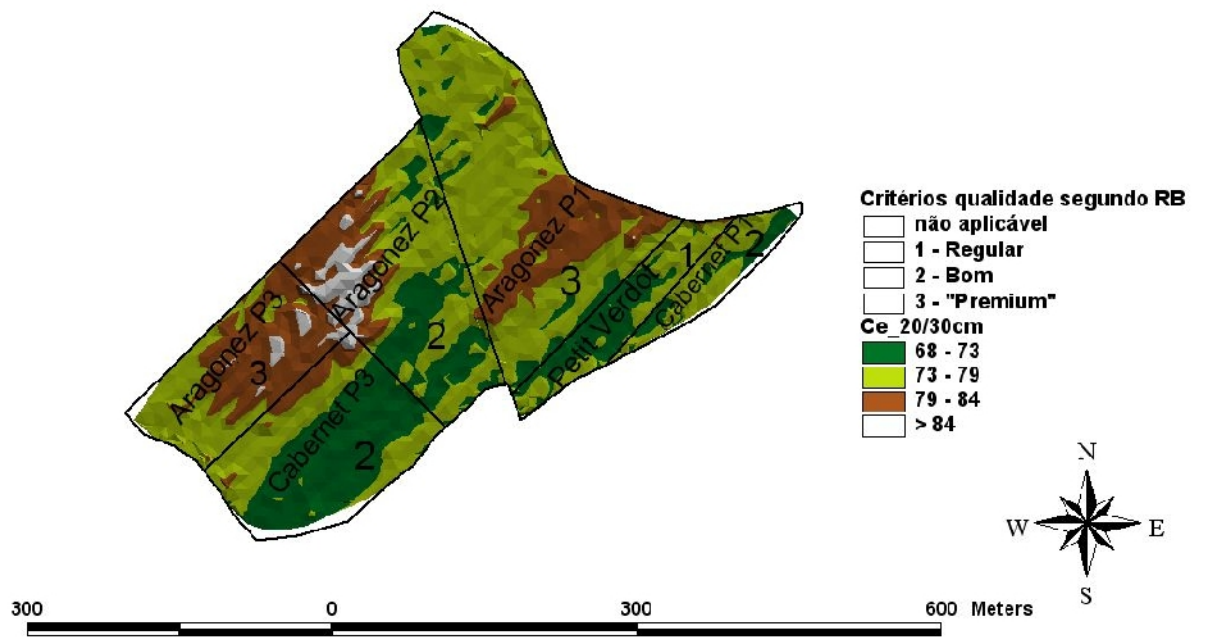


Figura 37 - Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Ricardo Braga da parcela Coelheiros 2.

Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 2

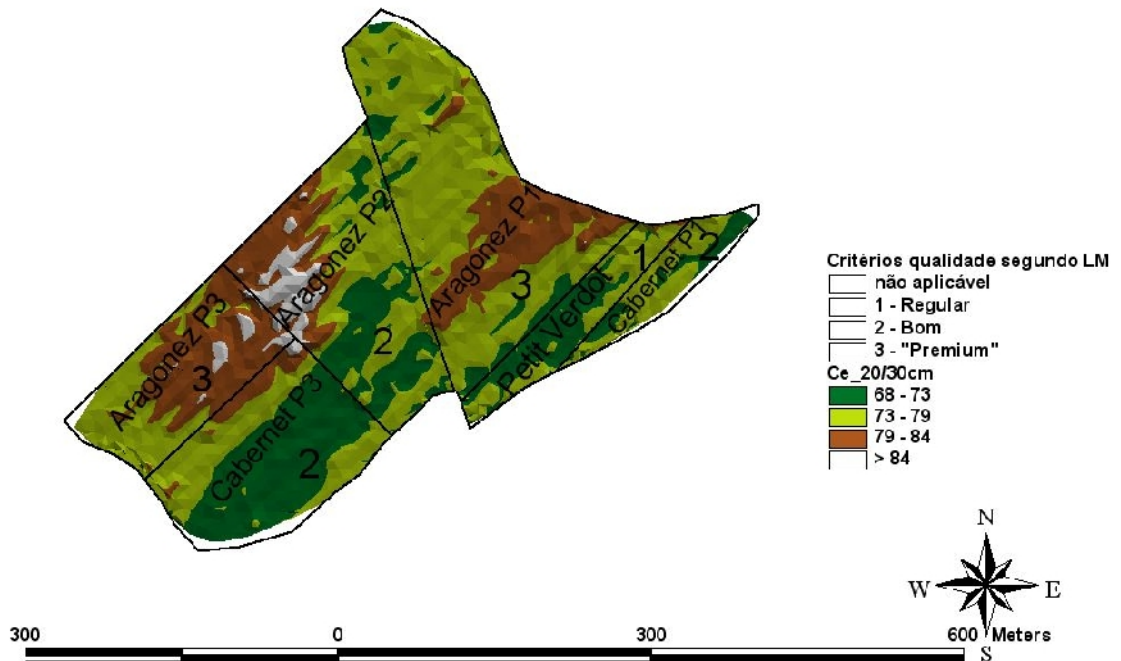


Figura 38 - Comparação entre condutividade eléctrica aparente do solo e classificação qualitativa segundo Luís Maia da parcela Coelheiros 2.

Na parcela Coelheiros 2, os talhões que apresentaram maior condutividade eléctrica aparente foram Aragonez P1, P3, que correspondem aos melhores classificados, de acordo com os critérios estabelecidos por Ricardo Braga e Luís Maia (figura 37 e 38).

No talhão Aragonez P2 foi também detectada uma zona de elevada condutividade eléctrica aparente, que não influenciou a qualidade das uvas obtidas uma vez que ocupa uma área muito reduzida.

Nesta parcela, os talhões com condutividade eléctrica aparente mais baixa foram Cabernet P3 e Petit Verdot, nos quais se obtiveram uvas de qualidade inferior.

De forma a melhor interpretar a distribuição obtida para a condutividade eléctrica aparente do solo recorreu-se à recolha de monólitos e de amostras de solo que serão analisados de seguida.

3.4.1. Monólitos

Foram recolhidos monólitos em nove pontos representativos da variabilidade da condutividade eléctrica aparente do solo em ambas as parcelas.





A avaliação dos perfis de solo foi feita visualmente, dando destaque à cor, tenacidade, rigidez e vestígios de material originário ou de argila. A análise visual da cor permite a comparação das diferentes amostras concluindo quais as mais ricas em matéria orgânica. A profundidade dos perfis, avaliada através da presença de vestígios de material originário confere também informação importante nesta análise.

A tabela 13 apresenta os valores de condutividade eléctrica aparente do solo verificados nos pontos em que foi feita recolha de monólitos. Podem verificar-se discrepâncias por ter havido desvio entre o ponto georreferenciado e aquele em que o monólito foi efectivamente recolhido mas não se considera que tal possa ser representativo.

Tabela 13 – Valores de condutividade eléctrica nos diferentes pontos.

Parcela	Identificação do ponto	Condutividade eléctrica aparente do solo a 20-30 cm de profundidade (mS/m)	Condutividade eléctrica aparente do solo a 50-60 cm de profundidade (mS/m)
Coelheiros 1	1	76,2	60,3
	2	76,1	58,4
	3	86,4	80,9
	4	81,5	70,4
Coelheiros 2	5	76,5	60,8
	6	70,3	57,4
	7	85,6	73,5
	8	84,2	72,9
	9	76,9	62,4

Tabela 14 – Características dos monólitos recolhidos na parcela Coelheiros 1.




	Características solo	Profundidade horizonte	Elevação	Conductividade eléctrica aparente	Fotografia
Monólito 1	Cor escura evidenciando teor de matéria orgânica considerável. Muito duro, compacto e tenaz.	Abaixo dos 40 cm de profundidade é possível identificar vestígios de material originário.	Ponto de cota mais baixa na parcela Coelheiros 1 e declive reduzido.	Juntamente com o ponto 2, apresenta valores de conductividade eléctrica aparente baixos.	
Monólito 2	Menos matéria orgânica. (coloração mais clara) Menos argila.	Aos 20/30 cm de profundidade começa a surgir material originário.	Declive reduzido.	Conductividade eléctrica aparente mais baixa em Coelheiros 1 em ambas as profundidades.	
Monólito 3	Muito tenaz e pedregoso, o que dificultou perfuração	Não se captaram vestígios de material originário, o que sugere que o perfil será profundo.	Declive reduzido.	Apresenta o valor mais elevado de conductividade eléctrica aparente na parcela Coelheiros 1.	
Monólito 4	Menor rigidez que amostra 3 Mais claro evidenciando menor teor de matéria orgânica. Nível de compactação intermédio entre amostras 1 e 2. Muitos fragmentos pedregosos que dificultaram perfuração. Sinais de hidromorfismo.	Não se captou qualquer vestígio de material originário, que deverá surgir a maior profundidade do perfil.	Declive reduzido.	A conductividade eléctrica é intermédia.	



A avaliação dos monólitos recolhidos na parcela Coelheiros 1 permitiu concluir que, além do declive, também a profundidade do perfil tem grande influência na condutividade eléctrica aparente do solo, sendo esta mais elevada nos locais em que o perfil é mais profundo (pontos 3 e 4).

Assume-se que a profundidade do perfil seja inferior nos locais em cujos monólitos permitiram observação de vestígios de material originário, o que sucedeu nos pontos 1 e 2, nos quais a condutividade eléctrica aparente verificada foi mais baixa.

Os monólitos dos pontos 3 e 4 mostram que nestes locais o solo se encontra mais compactado, sem que se verifiquem vestígios de material originário, sugerindo assim uma maior profundidade do perfil.

Tabela 15 – Características dos monólitos recolhidos na parcela Coelheiros 2.

	Características do solo	Profundidade horizonte	Elevação	Condutividade eléctrica aparente	Fotografia
Monólito 5	Pouco compacto, sendo fácil de perfurar. Menor teor de argila. Mais arenoso.		Localizado numa zona de vale.	Condutividade eléctrica aparente mais baixa.	
Monólito 6	Não permitiu atingir grande profundidade. Menos compacto. Menor teor de argila. Mais arenoso.		Zona de vale.	Condutividade eléctrica aparente mais baixa.	
Monólito 7	Não se conseguiu perfurar muito. Maior teor de matéria orgânica que o ponto 6. Horizonte argílico à superfície.			Maior condutividade eléctrica.	

	Características do solo	Profundidade horizonte	Elevação	Conductividade eléctrica aparente	Fotografia
Monólito 8	Mais escuro, revelando um teor de matéria orgânica superior. Mais compacto. Horizonte argílico à superfície.	Material originário visível a pequena profundidade evidenciando perfil pouco profundo.	Maior declive.		
Monólito 9	Menos compactação. Horizonte argílico bem visível a pouca profundidade.	Perfil muito profundo.	Maior declive.		

Na parcela Coelheiros 2, analisando ambas as profundidades de conductividade eléctrica aparente medidas, o monólito em que a conductividade eléctrica aparente é mais baixo é o 6, seguido dos monólitos 5, 9, 8 e por fim 7, no qual se verifica o valor mais elevado (anexo13).

As amostras 5 e 6 dizem respeito a solo mais arenoso e mais pobre em argila, factos que justificam a baixa conductividade eléctrica verificada. O facto de se tratar de uma zona de vale contribui ainda para a baixa conductividade eléctrica aparente uma vez que nestas zonas há deposição de sedimentos provenientes das zonas mais altas, cobrindo a camada mais rica em argila.

Nas amostras 7 e 8 foram observados horizontes argílicos à superfície o que deverá justificar o facto de serem os pontos com conductividade eléctrica aparente mais elevada.

É interessante analisar a influência clara do horizonte argílico visível na amostra 9 a baixa profundidade. Verifica-se neste ponto um valor de conductividade eléctrica aparente superior na medição de menor profundidade (20-30 cm), ao passo que na medição que alcança os 50-60cm a influência da argila já não é tão notória. Esta diferença entre as duas profundidades alcançadas pelo equipamento deve-se ao facto de, na medição a maior alcance o valor resultante de conductividade eléctrica aparente se tratar de uma média do que é verificado desde a superfície até à referida profundidade.

A forma de relevo tem também grande influência na distribuição da conductividade eléctrica aparente na parcela Coelheiros 2, tal como poderá ser verificado através das curvas de nível no anexo 7.

3.4.2. Análises de solo

O facto de não ter sido feita recolha de solo em pontos georreferenciados revela-se bastante limitativo no que toca ao conhecimento da distribuição espacial dos parâmetros estudados. Ao invés, as amostras demonstram a grande heterogeneidade existente em cada um dos talhões.

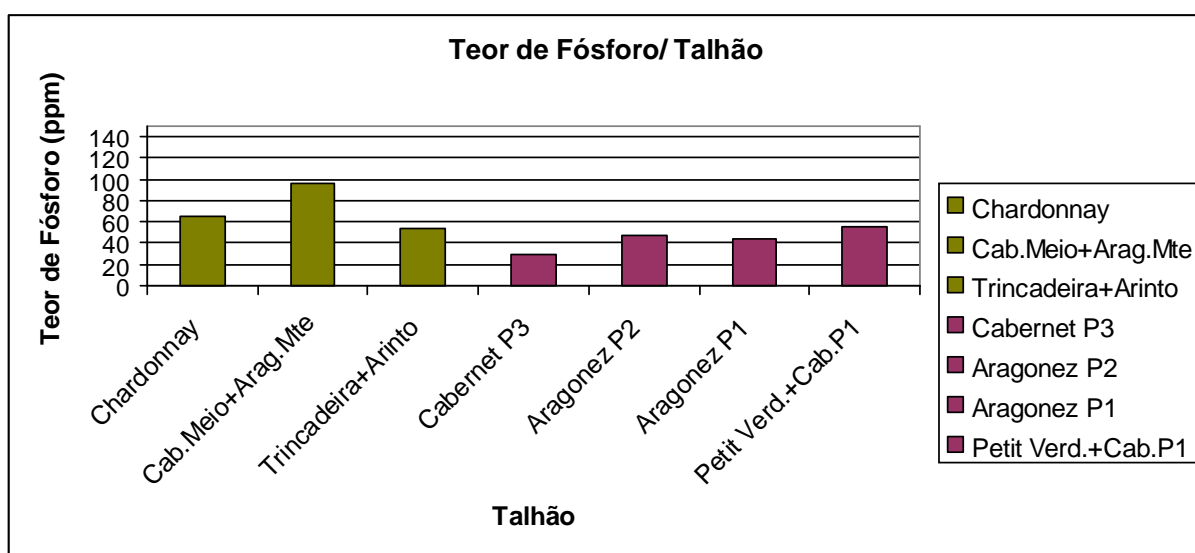


Figura 39 - Teor de fósforo em ppm existente nos diferentes talhões.

Verificaram-se teores médios-altos de fósforo em todas as amostras analisadas, excepto no Cabernet Meio + Aragonez Monte, no qual o valor registado é já considerado alto (figura 39).

De um modo geral pode concluir-se que a parcela Coelheiros 1 apresenta teores de fósforo mais elevados (figura 39).

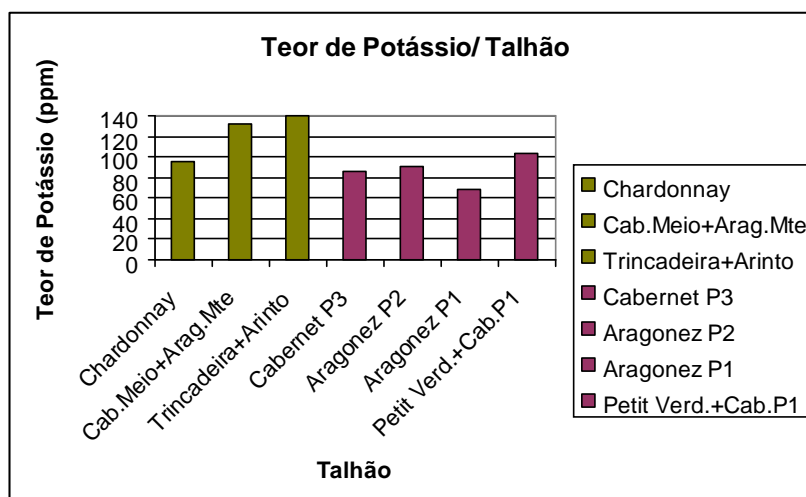


Figura 40 – Teor de potássio em ppm existente nos diferentes talhões.

Os teores de potássio verificados foram na generalidade médios altos, e altos nos talhões Cabernet Meio + Aragonéz Monte e Trincadeira + Arinto, ambos localizados na parcela Coelheiros 1 (figura 40).

À semelhança do que foi observado na figura 39, também é a parcela Coelheiros 1 que apresenta teores de potássio mais altos.

Os valores de fósforo e potássio apresentados em toda a vinha em estudo não parecem ser factores limitantes da qualidade da uva, a não ser que intervenham em processos físico-químicos que influenciem pH da mesma.

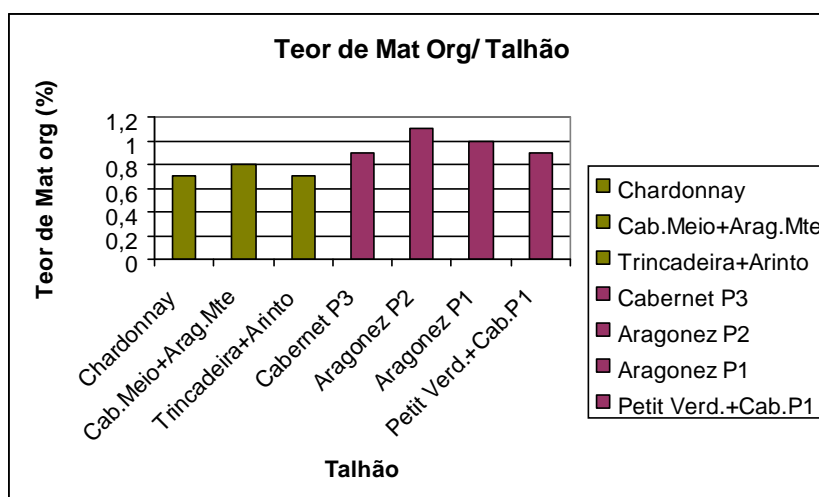


Figura 41 – Percentagem de matéria orgânica existente nos diferentes talhões.

Em todos os talhões se verificam teores muito baixos de matéria orgânica, apesar de esta ser ligeiramente superior na parcela Coelheiros 2 (figura 41). A não aplicação de matéria orgânica nesta vinha contribui para o facto de esta apresentar uma baixa percentagem.

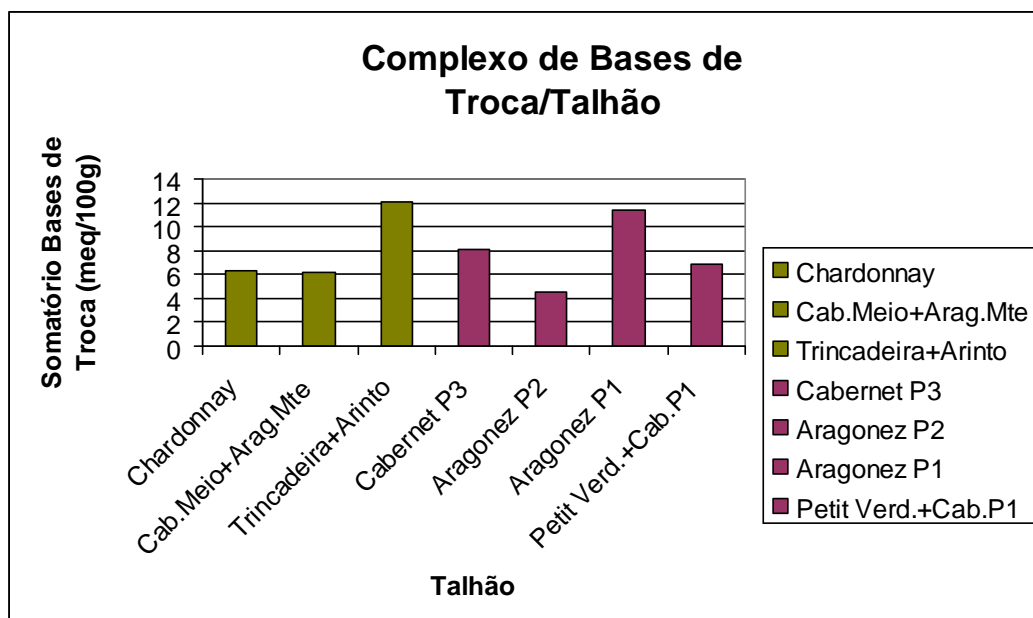


Figura 42 – Complexo de bases de troca verificado nos diferentes talhões.

Sabendo de antemão que a capacidade de troca catiónica apresenta grande correlação positiva com a condutividade eléctrica aparente do solo (McBride *et al.* em 1990) procurou-se associar estes dois parâmetros de forma a melhor interpretar os resultados.

Na parcela Coelheiros 1 os pontos de recolha de solo incidiram principalmente nas zonas de condutividade aparente mais baixa, apesar de nessa área existir uma faixa de valores elevados, o que justifica o baixo valor de complexo de bases de troca obtido. Tanto nesta amostra como na dos talhões Cabernet Meio + Aragonez Monte, a classe de condutividade com mais representatividade entre os pontos de recolha de solo, foi a de 73 a 79 mS m^{-1} . considerando os valores obtidos até 20/30 cm de profundidade.

Na parcela em causa foi a amostra Trincadeira + Arinto que apresentou valores mais elevados de bases de troca catiónica o que condiz com o facto de esta área apresentar valores elevados de condutividade eléctrica aparente.

A parcela Coelheiros 2, por seu turno, apresentou valores mais elevados de bases de troca catiónica no talhão Aragonez P1 devido à incidência da recolha de amostras nas zonas de conductividade eléctrica aparente entre 79 e 84 mS m⁻¹ (anexo 22).

A amostra resultante de Cabernet e Aragonez P3 apresentou na análise o segundo maior valor de bases de troca catiónica, beneficiando do facto do segundo talhão apresentar conductividade eléctrica aparente elevada na quase totalidade da sua área.

3.5. Limitações

Como foi explorado na revisão bibliográfica, a conductividade eléctrica aparente reflecte a interacção de um grande número de factores, o que dificulta a sua interpretação. A recolha de monólitos e de amostras de solo para análise tiveram como objectivo facilitar essa tarefa.

Os monólitos permitiram uma avaliação do solo em profundidade, que permitiu conclusões interessantes, especialmente no que toca à influência da profundidade dos perfis. Por seu lado, as análises químicas revelaram-se pouco frutíferas, uma vez que foram feitas a partir da mistura de terra de vários pontos de cada talhão e não de pontos devidamente georreferenciados. Os valores obtidos não permitem assim conhecer a distribuição existente, muito menos relacionar os valores obtidos com a conductividade eléctrica aparente.

A qualidade da uva é algo difícil de quantificar pois não diz respeito apenas à quantidade produzida mas sim a um conjunto de parâmetros muito subjectivos que permitem que a mesma dê origem a um vinho de qualidade, que corresponda aos padrões pretendidos. Tentou-se neste trabalho minimizar esta subjectividade, utilizando critérios objectivos para quantificar a qualidade da uva. Tal missão é certamente complexa e questionável uma vez que foram utilizados apenas três parâmetros, deixando muitos outros de fora. É igualmente de questionar o impacto real que os parâmetros escolhidos – pH, acidez total e grau alcoólico provável - podem ter sobre a qualidade da uva, uma vez que se tratam de características químicas passíveis de correcção através de tratamentos enológicos.

A diversidade de castas existentes numa área de estudo relativamente pequena dificultou a interpretação dos dados, uma vez que não foi possível comparação entre talhões, excepto no caso das castas Cabernet e Aragonez.

Por outro lado, constitui uma desvantagem o facto do acompanhamento da maturação ser feito por talhão e não em vários pontos georreferenciados, uma vez que os dados assim obtidos dizem respeito a áreas com amplitudes consideráveis de conductividade eléctrica aparente. Neste caso, à semelhança do que sucedeu com as análises de solo, foram utilizados apenas os dados recolhidos no maneio habitual da “Herdade dos Coelheiros”, que se revelaram insuficientes para uma avaliação mais aprofundada.

Apesar de todas as limitações, pensa-se que este trabalho pode mostrar que a avaliação da conductividade eléctrica aparente do solo aliada à análise das suas principais características podem potenciar um melhor aproveitamento do mesmo, assim como das uvas produzidas, especialmente num caso como este em que a vinha não é regada.

4. CONCLUSÃO

A produtividade pode ser afectada por diversos factores como a densidade de plantação, condições climáticas, idade e vigor das plantas ou sistemas de condução. (Sato *et al.*, 2009) Verificaram-se, na vinha em estudo, produtividades muito distintas inclusivamente entre talhões da mesma casta apesar das condições climatéricas, porta-enxertos, densidade de plantação e manejo serem semelhantes.

Na parcela Coelheiros 2 verificou-se uma produção cerca de três vezes superior à de Coelheiros 1, o que se deve principalmente à idade das plantas, uma vez que a instalação das parcelas decorreu em 2000/2001 e 1986/1987 respectivamente. No que toca a quantidade produzida, a parcela Coelheiros 1 encontra-se em fase de declínio, enquanto a parcela Coelheiros 2 está em plena produção.

Por se tratar de uma vinha de sequeiro, a importância da determinação da conductividade eléctrica aparente do solo torna-se especialmente significativa, uma vez que a capacidade utilizável de água é mais determinante neste caso do que em regadio, podendo esta ser aferida pela sua medição.

O facto de se tratar de uma zona com valores de conductividade eléctrica aparente considerados médios-altos deve-se essencialmente à influência da argila, existente sobretudo nas zonas de declive mais acentuado. Trata-se portanto, de um solo com grande potencial produtivo e com baixa necessidade de investimento.

Verifica-se que a camada de solo menos profunda (até aos 20-30 cm de profundidade) é a que apresenta maior variabilidade de valores de conductividade eléctrica em ambas as parcelas, ao passo que na camada mais profunda (até 50-60 cm) predomina a classe intermédia. Tal diferença verifica-se uma vez que, ao avaliar uma camada de solo mais profunda, regista-se maior amplitude de valores de conductividade eléctrica, sendo o valor resultante uma média de todos eles. Por outro lado, pode concluir-se que, de um modo geral, os valores mais elevados de conductividade eléctrica aparente se verificam na camada mais superficial que é simultaneamente a mais rica e a mais afectada por interacções com raízes de infestantes, água, e matéria orgânica. Contribui ainda para os valores de conductividade eléctrica aparente verificados, o facto da camada argilosa se encontrar à superfície, o que se deve a processos erosivos que podem ter sido potenciados pela actividade agrícola passada.

De acordo com o esperado, verificou-se que existem diversos factores a interferir na conductividade eléctrica aparente do solo, de entre os quais se destacaram a profundidade do horizonte e a topografia. De acordo com estas características obtiveram-se valores mais elevados de conductividade eléctrica aparente em horizontes mais profundos e em zonas mais altas, o que se deve ao facto da erosão ter deixado a descoberto uma camada de solo mais argilosa.

A decisão da data de colheita dos diferentes talhões não foi tomada unicamente com base nos vários parâmetros analisados no decorrer da maturação das uvas. Houve casos em que não foram atingidas os valores ideais ou que os mesmos foram ultrapassados por não estarem reunidas as questões operativas necessárias à colheita. Entre as limitações operacionais que afectaram a decisão de colheita podem salientar-se a necessidade de canalizar a mão-de-obra disponível, a obrigatoriedade de encher os depósitos na totalidade ao fim de cada dia de vindima, bem como o horário limitado de funcionamento da adega.

Relativamente à utilização das diferentes uvas para constituição de lotes *premium*, verificou-se que a decisão é baseada em conhecimento empírico e no historial dos diferentes talhões, não havendo uma quantificação relativamente aos parâmetros analisados.

Foi no entanto possível verificar alguma semelhança entre a classificação efectuada na “Herdade dos Coelheiros” e os critérios considerados neste trabalho.

Verificou-se no ano em análise - 2010 - a correspondência dos valores de conductividade eléctrica aparente do solo e a qualidade da uva, sendo a uva de melhor qualidade produzida em zonas de conductividade eléctrica aparente superior.

Apesar de todo o processo de fabricação do vinho ser complexo e considerando toda a informação recolhida neste trabalho, parece-nos que a empresa “Herdade dos Coelheiros” deve aprofundar e amadurecer o conhecimento dos seus activos vitivinícolas, apostando numa abordagem de conhecimento intensivo das mesmas, por forma a perceber como não tratar de forma idêntica aquilo que é diferente e que origina remunerações também diferentes.

Uma análise como esta pode ser útil no sentido de determinar quais os locais mais apropriados à instalação de novas vinhas, ou quais as zonas que podem dar origem a vinho de qualidade superior, podendo assim fazer-se um tratamento diferenciado e loteamento das uvas produzidas.

Poderá ser útil aliar os resultados obtidos neste estudo com outros trabalhos semelhantes realizados noutros locais, com diferentes condições climáticas, ou outros factores externos, permitindo deste modo compreender mais profundamente as interacção solo – planta.

BIBLIOGRAFIA

- Abdu, H., Robinson, D.A. e Jones, S.B. (2007). Comparing bulk soil electrical conductivity determination using the Dualem-1S and EM38-DD electromagnetic induction instruments. *Soil Science Society of America Journal*. v.71, n.1, pp. 189-196.
- Aerny, J. (1985). Définition de la qualité de la vendange. *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. Nyon, v.17, n.4, pp. 219-223.
- Al-Kaisy, A.M., Sachde, A., Ghalib, H. e Hamel, S. (1981). Physical and chemical changes during ripening of some grape varieties grown in Basrah. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.32, n.4, pp. 268-271.
- Antunes, L., Lopes, L. e Afonso, J. (2010). Vindimas Encaloradas. *Revista de Vinhos*. Outubro 2010. pp. 42-44.
- Aquarone, E., Lima, U., Borzani, W. (1983). Alimentos e bebidas produzidas por fermentação. *Biotecnologia* v. 5, São Paulo.
- Atherton, B.C., Morgan, M.T., Shearere, S.A., Stombawgh, T.S., Ward, A.D. (1999). Site-specific farming: a perspective on information needs, benefits and limitations. *J. Soil Water Conserv.* 54 (2), pp 455-461.
- Ball, D.W. (2006). Concentration scales for sugar solutions. Department of Chemistry, Cleveland State University; Cleveland.
- Bevilaqua, G.A.P. (1995). Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.1, n. 3, p.151-156, set/dez.
- Birrel, S.J., Borgelt, S.C., Sudduth, K.A., (1995). Crop yield mapping: comparison of yield monitors and mapping techniques. Em: Robert, P.C., Rust, R.H., Larson, W.E. (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference*.
- Bitzer, M.J., Barnhisel, R.I., e Grove, J.H. (1996). Varying corn populations according to depth of top soil. *Proceedings of the 1996 Information Agriculture Conference, Urbana IL*.
- Blouin, J. e Guimberteau, G. (2004) *Maduración y madurez de la uva*. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. p. 151.
- Braga, R. (2009). Vindima segmentada – um caso de estudo em Estremoz; Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre.
- Castro, R., Cruz, A., Botelho, M. (2006). *Tecnologia vitícola*. Edição DRABL.

- Champagnol, F. (1986). L'acidité des moûts et des vins. *Revue Française d'Oenologie*, Montpellier, v.26, n.104, pp. 26-57.
- Champagnol, F. (1988). Fertilization de la vigne, composition des moûts et qualité des vins. *Revue Française d'Oenologie*, Montpellier, v.28, n.115, pp. 23-26.
- Coelho, E.F. e OR, D. (1996). Flow and uptake patterns affecting soil water sensor placement for drip irrigation management. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.39, pp. 2.007-2.016.
- Conceição, F.M. (1988). Colheita, preparação e exposição de perfis de solo. Cabo Verde.
- Corwin, D.L. e Lesch, S.M. (2003). Applications of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles and guidelines. *Agron. J.* 95 (3), pp. 455-471.
- Corwin, D.L. e Lesch, S.M. (2005a). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. USA. **46**: 11-43.
- Corwin, D.L. e Lesch, S.M. (2005b). Characterizing soil spatial variability with apparent soil electric conductivity I – survey protocols. *Computers and Electronics in Agriculture*. USA. **46**: 103-133.
- Corwin, D.L. e Plant, R.E. (2005). Applications of apparent soil electrical conductivity in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. USA. **46**: 1-10.
- Corwin, D.L., Lesh, S.M., Oster J.D. e Kaffka, S.R. (2006). Monitoring management-induced spatio-temporal changes in soil quality through soil sampling directed by apparent electrical conductivity. *Geoderma*. USA. **131**: 369-387.
- Costa, P.C., Divone, E. e Sesso, T. (2001). Condutividade eléctrica na solução nutritiva e produção de alface em hidroponia.
- Cremonini, L.C.M.e Molin, J.P. (2002). Acurácia de mapas altimétricos obtidos por monitorização da produtividade. *2º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão*. Viçosa, MG. 12 a 14 de Junho de 2002.
- Crippen, D.D., Morrison, J.C. (1986). The effects of sun exposure on the composition development of Cabernet Sauvignon berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. **37**: 235-242.
- Doolittle, J.A., Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., Indorante, S.J. (1994). Estimating depths to claypans using electromagnetic induction methods. *J, Soil Water Conserv.* 49 (6), pp. 572-575.
- Doran, J.W., Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. *In*: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bedzicek, D.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication No. 35. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 3–22.

- Falcão, A., Antunes, L., Lopes, L., Martins, J.P. e Afonso, J. (2010). Vindimas 2010. *Revista de Vinhos*. Novembro 2010. pp. 58-60.
- Falcão, R. (2009). A Rega da Vinha. Ferramenta Nefasta ou Virtuosa. *Revista Wine*.
- Ferreira, F. (2007). Aspecto fitossanitários na poda da vinha. *Boletim Informativo Associação de Agricultores do Ribatejo*.
- Gabinete de Planeamento e Políticas - Ministério da Agricultura, do desenvolvimento rural e das pescas (2007). *Viticultura – Diagnóstico sectorial*.
- Geonics, EM 38. Ground conductivity meter operating manual. Ontário: Geonics Ltd. 1999. 69p.
- Guerra, C., Daudt, C., Rizzon, L. (1992). Evolução dos teores dos ácidos tartárico e málico durante a maturação de uvas tintas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, n.3, pp. 479-491. Brasília.
- Hashizume, T. (2001). Tecnologia do Vinho. In: BORZANI, W. *et al.* *Biotechnology Industrial: biotecnologia na produção de alimentos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, v.4, p.21-68.
- Jung, W.K., Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Kremer R.J. e Motavalli, P.P. (2005). Relationship of apparent soil electrical conductivity to claypan soil properties. *Soil Science Society of America Journal*. **69**: 883-891.
- Jaynes, D.B., Colvin, T.S., Ambuel, J. (1995). Yield mapping by electromagnetic induction. *Proceedings of the 2nd International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems*, pp. 383-394.
- Jaynes, D.B. (1996). Improved soil mapping using electromagnetic induction surveys. *Proceedings of the 3rd International Conference on Precision Agriculture*. pp: 169-179.
- Kachanoski, R.G., Gregorich, E.G., Van-Wesenbeeck, I.J. (1988). Estimating spatial variations of soil water content using noncontacting electromagnetic inductive methods. *Can. J. Soil Sci.* **68**, pp. 715–722.
- Kaffka, S.R., Lesh, S.M., Bali, K.M., Corwin, D.L. (2005). Site-specific management in salt-affected sugar beet fields using electromagnetic induction. *Comp. Electron. Agric.* **46**, pp. 329-350.
- Karlen, D., Stott, D. (1994). A framework for evaluating physics and chemical indicators of soil quality. Em: Doran, J.W. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 53-71.
- Kitchen, N.R, e Sudduth, K.A. (1996). Predicting crop production using electromagnetic induction. predicting crop production using electromagnetic induction. *1996 Information Agriculture Conference Proceedings, Urbana IL*.

- Lark, R.M., Kaffka, S.R. e Corwin, D.L. (2003). Multiresolution analysis of data of electrical conductivity of soil using wavelets. *J. Hydrol.* **272**, pp. 276–290.
- Lopes, L.N., Souza, C.F. e Santoro, B.L. (2010). Utilização da TDR para monitoramento da solução de nitrato de potássio em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.30, n.5, pp.932-947.
- Lung, E.D., Christy, C.D. e Drummond, P.E. (1999). Practical applications of soil electrical conductivity mapping. Veris Technologies. USA.
- Lund, E.D., Christy, C.D. e Drummond, P.E. (1998). Applying soil electrical conductivity technology to precision agriculture. *Proceedings of the 4th International Conference on Precision Agriculture*. St. Paul MN.
- Lyle, S. (2007). Application of electromagnetic techniques to investigate castor beans potential in alluvial valley of Pernambuco State. Birmingham: Earth and Environmental Sciences- University of Birmingham.
- Malacrida, C., Motta, S. (2006) Determinação de parâmetros físico-químicos em sucos de uva comercializados no município de Belo Horizonte, MG. *Higiene Alimentar*. v. 20, n. 111, pp. 84-89.
- Mankin, K.R., Ewing, K.L., Schrock, M.D. e Kluitenberg, G.J. (1997). Field measurements and mapping of soil salinity in saline seeps. *1997 ASAE Annual International Meeting*, Minneapolis MN.
- McNeill, J.D. (1980). Electrical terrain conductivity measurements at low induction numbers. Technical Notes TN-6. GEONICS Ltd.
- McBride, R.A., Gordon, A.M. e Shrive, S.C. (1990). Estimating forest soil quality from terrain measurements of apparent electrical conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, **54**, 290-293.
- Mmolawa, K. e OR, D. (2000). Root zone solute dynamics under drip irrigation. *Plant and Soil*, New York, **222**: 163-190.
- Molin, J.P., Gimenes, L.M., Pauletti, V., Schmidhalter, U., Hammer, J., (2005). Mensuração da condutividade eléctrica do solo por indução e sua correlação com factores de produção. *Eng. Agríc. Jaboticabal*. v. 25, n. 2, pp. 420-426.

- Montenegro, A.A.A., Netto, M.L.C., Montenegro, S.M.G., Silva, E.F.F. e Júnior, R.V.P.F. (2010). Avaliação da salinidade de neossolo usando-se dispositivo de indução electromagnética. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.
- Mota, T. (2006). A carga à poda como factor de qualidade. *In: Jornadas: “Técnicas associadas à operação de poda”*. EVAG.
- Myers, D., Kitchen, N., Sudduth, K., Sharp, R. e Miles, R., (2007). Soybean root distribution relates to claypan soil properties and apparent soil electrical conductivity. *Crop Science Society of America*. USA. **47**: 1498-1509.
- Nadler, A., Gamliel, A. e Peretz, I. (1999) Practical aspects of salinity effect on TDR-measurement water content: a field study. *Soil Science Society America Journal*, Madison, v.63, p.1070-1076.
- Nielson, D.R., Biggar, J.W., Erh, K.T. (1973). Spatial variability of field-measured soilwater properties. *Hilgardia* 42 (7), pp. 215-259.
- Oliveira, O.P., Piccinini, C. e Paludo, M.B. (2007). Manejo da cobertura do solo em videiras visando a sustentabilidade do ecossistema: relação das espécies de cobertura com as videiras e com a produção e qualidade da uva. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2, n.1, fev..
- Pereira (1998). Medição em tempo real da densidade em fermentações alcoólicas com sensores “inteligentes” da densidade. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Peynaud, E. (1981). *Conhecer e trabalhar o vinho*. Biblioteca Agrícola Litexa. Paris.
- Reynier, A. (1986). *Manual de viticultura*. Colecção Euroagro. Publicações Europa-América.
- Rhoades, J.D. e Corwin, D.L. (1981). Determining soil electrical conductivity– depth relations using inductive electromagnetic soil conductivity meter, *Soil Science Society America Journal*, **35**: 54-60.
- Ribereau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, D. e Lonvaud, A. (2006). *Handbook of Enology, Volume 1 -The Microbiology of Wine and Vinifications*. John Wiley & Sons, Lta, England.
- Rizzon, L.A., Zanuz, M.C. e Miele, A. (1998). Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. *Ciência e Tecnologia Alimentar*, vol. 18 n. 2. Campinas; Maio/Julho.
- Ruffner, H.P.; Brem, S. e Malipierio, U. (1983). The physiology of acid metabolism in grape berry ripening. *Acta Horticulturae*, The Hague, n. 139, p.123-128.

- Santana, G.S., Coelho, E.F., Silva, T.S. e Ramos, M.M. (2006) Estimativa da condutividade eléctrica da solução do solo a partir do teor de água e da condutividade eléctrica do solo. *Eng. Agríc. Jaboticabal*. v. 26, n. 3, pp. 672-685.
- Sato, J., Silva, B.J., Bertolucci, R., Carielo, M., Guiraud, M.C., Fonseca, I. e Roberto, S. (2009) Evolução da maturação e características físico-químicas de uvas da cultivar Isabel sobre diferentes porta-enxertos na Região Norte do Paraná; Londrina.
- Sato, A., Jubileu, B., Assis, A. e Roberto, S. (2011). Fenologia, produção e composição do mosto da “Cabernet sauvignon” e “Tannat” em clima subtropical; *Revista Brasileira de Fruticultura*. Vol. 33 no. 2), Junho/Julho 2011.
- Silva, J.R.M. e Garcia, F. (2002) Agricultura de Precisão, a agricultura da Era Planetária. *In: XIV Congresso Internacional de Ingeniería Gráfica – Santander, Espanha.*
- Silva, J.R.M., Mesquita, P., Sousa, A., Silva, L., Serrano, J. (2010) Variabilidade espacial e temporal da maturação da uva para vinho – Variedades: Aragonez e Trincadeira. *In: III Jornadas Ibero-Americanas de Agricultura de Precisão.*
- Silva, J.R.M, Mesquita, P. e Sousa, 2011. Viticultura de precisão: um caso de estudo na Fundação Eugénio de Almeida.
- Somers, T.C. (1977). Le rapport entre les teneurs en potasse de la vendange et la qualité relative des vins rouges australiens. Em: International Symposium on the quality of the vintage, 1977, Cape Town. Proceedings. Stellenbosch: Oenological and Viticultural Research Institute. 143-148.
- Souza, C.F., Matura, E.E., Folegatti, M.V., Coelho, E.F.; OR, D. (2006). Sondas de TDR para a estimativa da Humidade e da condutividade eléctrica do solo. *Irriga*, Botucatu, v.11, n.1, pp.12-25.
- Souza, C.F., Martins, R.B.T., Folegatti, M.V., Daroz, T.H.C. e Silva, E.F.F. (2007). Uso da reflectometria no domínio do tempo (TDR) para avaliar a distribuição do nitrato no volume molhado do solo sob fertirrigação. *Magistra*, Cruz das Almas, v.19, pp. 112-122.
- Souza, C.F. e Folegatti, M.V. (2010). Spatial and temporal characterization of water and solute distribution patterns. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.67, n.1, pp. 9-15.
- Sudduth, K., Kitchen, N., Wiebold, W., Batchelor, W., Bollero, G., Bullock, D., Clay, D., Palm, H., Pierce, F., Shuler, R., Thelen, K. (2005). Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. *Computers and Electronics in Agriculture*. **46**: 263-283.
- Triantafilis, J., Huckel, A.I., Odeh, I.O.A. (2003). Field-scale assessment of deep drainage risk. *Irrig. Sci.* **21**: 183–192.

- Triantafyllis, J., Laslett, G.M. e McBratney, A.B. (2000). Calibrating an electromagnetic induction instrument to measure salinity in soil under irrigated cotton. *Soil Science Society America Journal*, **64**: 1009-1017.
- Yao, R. J., Yang, J.S. e Liu, G. M. (2007). Calibration of soil electromagnetic conductivity in inverted salinity profiles with an integration method. *Pedosphere*, v.17, n.2, pp. 246-256.
- Williams, B., Hoey, D. (1987). The use of electromagnetic induction to detect the spatial variability of the salt and clay content of soils. *Australian Journal Soil Research*, **25**: 21-27.
- Williams, B.G., e Baker, G.C. (1982). An electromagnetic induction technique for reconnaissance surveys of soil salinity hazards. *Aust. J. Soil Res.* **20**: 107–118.

Sites consultados:

www.promagellangps.com/en/products/aboutgps/rtk.asp (consultado dia 14-01-2010)
<http://www.geonics.com/html/em38.html> (consultado dia 19-02-2010)
<http://www.allied-associates.co.uk/files/em38.html> (consultado dia 19-02-2010)
<http://www.dualem.com/products.html> (consultado dia 05-05-2010)
<http://vitiprecisao.agrinov.wikispaces.net> (consultado dia 29-07-2010)
wikipedia (consultado dia 30-12-2010)
<http://www.infoescola.com> (consultado dia 17-02-2011)
<http://www.scribd.com/doc/> (consultado dia 18-02-2011)
<http://www.ebah.com.br/> (consultado dia 18-02-2011)
<http://www.lusawines.com/cA5.asp> (consultado dia 04-03-2011)
<http://www.repository.utl.pt/> (consultado dia 04-03-2011)
<http://www.adegaalmeirim.pt/> (consultado dia 04-03-2011)
<ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/> (consultado dia 10-03-2011)
www.infovini.com (consultado dia 21-04-2011)
<http://www.lusawines.com/cA5.asp> (consultado dia 29-04-2011)
<http://www.vinhoverde.pt/pt/> (consultado dia 02-05-2011)
<http://solos.ufmt.br/docs/solos1/coleta.pdf> (consultado dia 10-05-2011)
<http://www.aesbuc.pt> (consultado dia 17-06-2011)
<http://www.sograpevinhos.eu/> (consultado dia 17-06-2011)
<http://www.igeo.pt/atlas/cap1/Cap1.html> (consultado dia 20-07-2011)
<http://www.infopedia.pt/> (consultado dia 11-09-2011)
<http://www.drapc.min-agricultura.pt/> (consultado dia 11-09-2011)
<http://www.infovini.com> (consultado dia 06-10-2011)
<http://www.sograpevinhos.eu> (consultado dia 06-10-2011)
<http://www.vinhoverde.pt> (consultado dia 06-10-2011)
<http://www.infovini.com> (consultado dia 06-10-2011)
<http://www.carloscabral.com.br/grau-baume/> (consultado dia 07-10-2011)
<http://paixaodovinho.blogspot.com> (consultado dia 07-10-2011)
<http://www.aromasdouro.pt> (consultado dia 07-10-2011)

ANEXOS

Anexo 1: Descrição dos Solos Mediterrâneos Pardos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm)

Horizonte A1 – 15 a 30 cm de profundidade; pardo, pardo-pálido, cinzento-pardacento-claro ou pardo-acinzentado (s) e castanho, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro (h); franco-argilo-arenoso, em muitos casos com alguns calhaus e pedras de rocha-mãe e/ou de pórfiros; estrutura granulosa muito fina a média moderada; friável; pH 6,0 a 7,0.

Transição nítida para

Horizonte B – 20 a 70 cm; pardo-acinzentado muito escuro ou castanho (h), passando por vezes, com a profundidade, a cinzento-escuro e oliváceo, cores da rocha-mãe; argiloso, às vezes franco-argiloso ou franco-argilo-arenoso, notando-se películas de argila na superfície dos agregados, cuja abundância diminui com a profundidade; estrutura prismática grosseira forte composta de anisoforme angulosa grosseira forte; muito aderente, muito plástico, muito ou extremamente firme, extremamente rijo; pH 6,5 a 7,5.

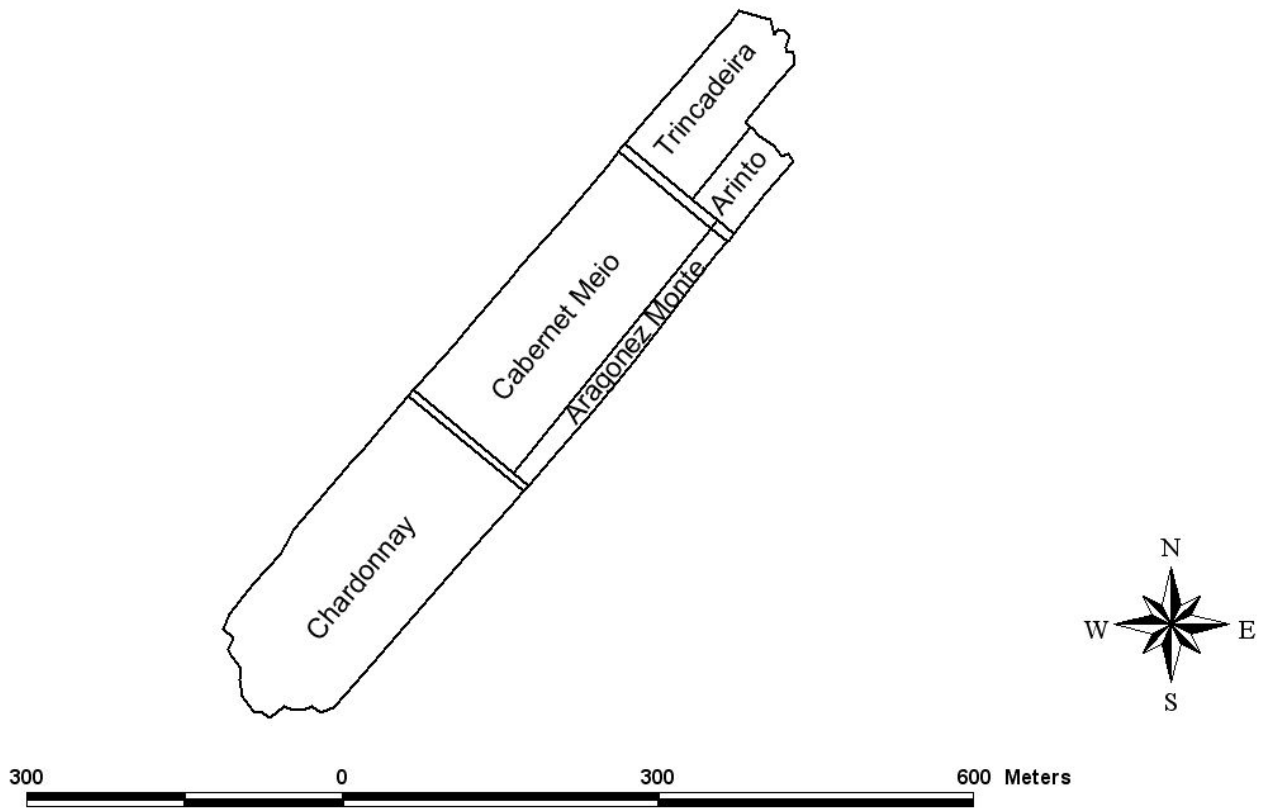
Transição abrupta ou nítida para

Horizonte C – Material originário proveniente da desagregação de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins.

Influências estranhas, nomeadamente de possíveis veios de pórfiros, podem aligeirar a textura do horizonte A destes solos até à de franco-arenosa. O aligeiramento da textura da camada superficial e a presença de elementos grosseiros podem facilitar acesso de água ao horizonte B muito superior ao normal, o qual imprime ao perfil ligeiros sintomas de hidromorfismo.

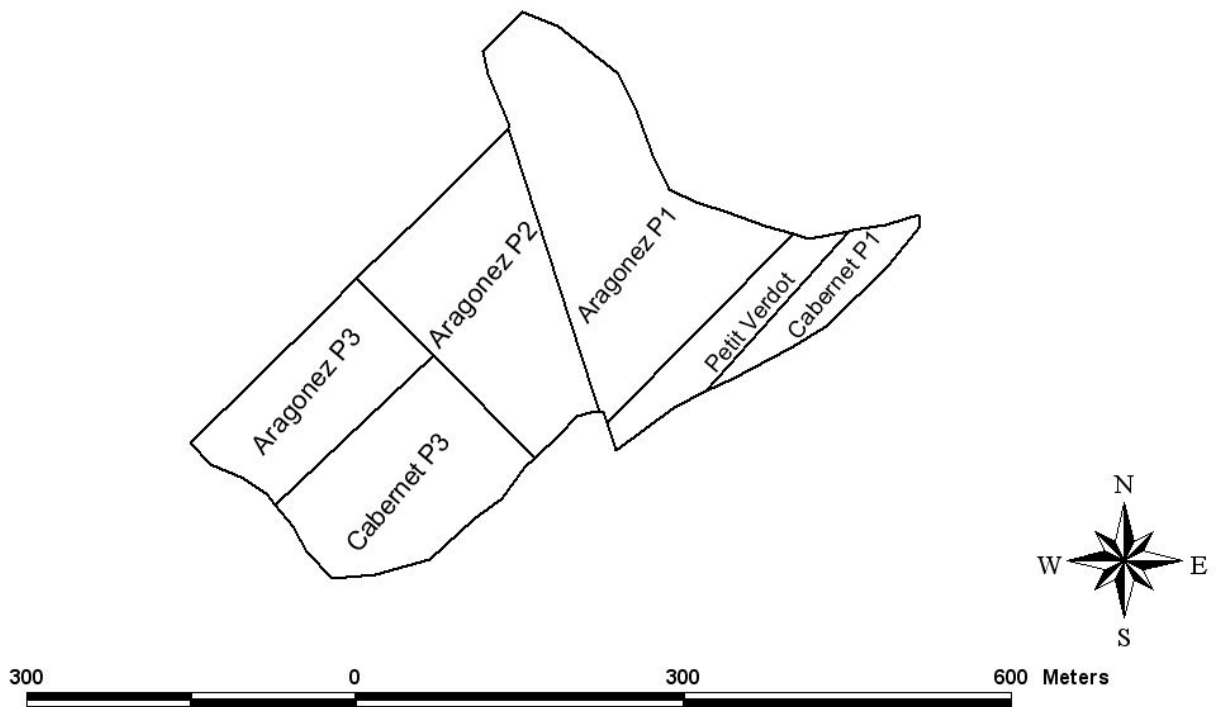
Anexo 2:

Organização Coelheiros 1



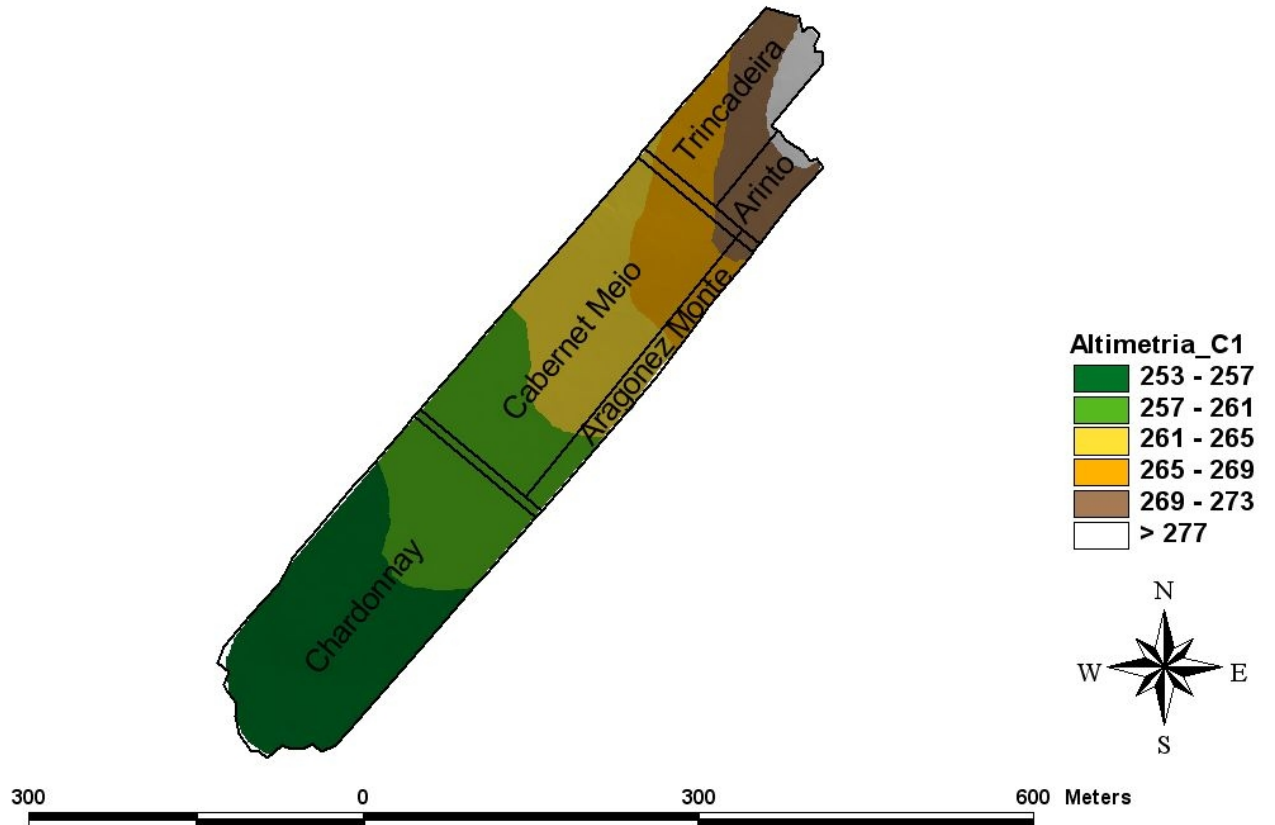
Anexo 3:

Organização Coelheiros 2



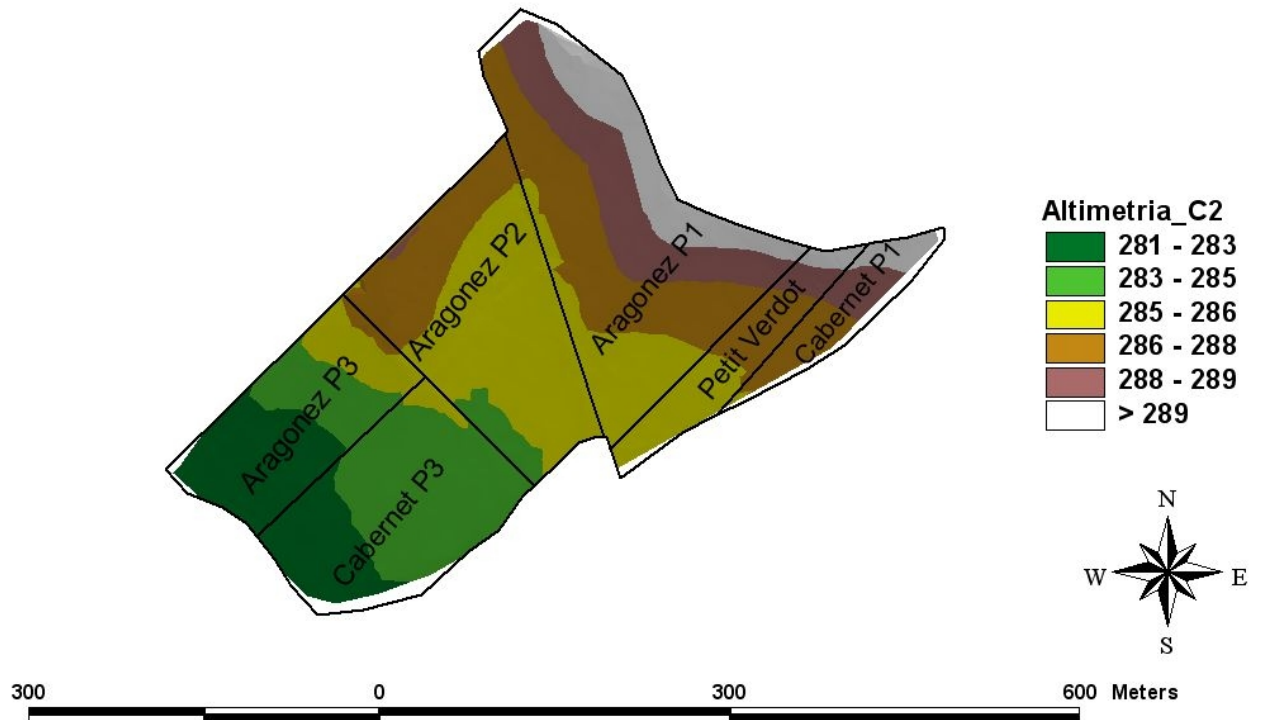
Anexo 4:

Altimetria da parcela Coelheiros 1



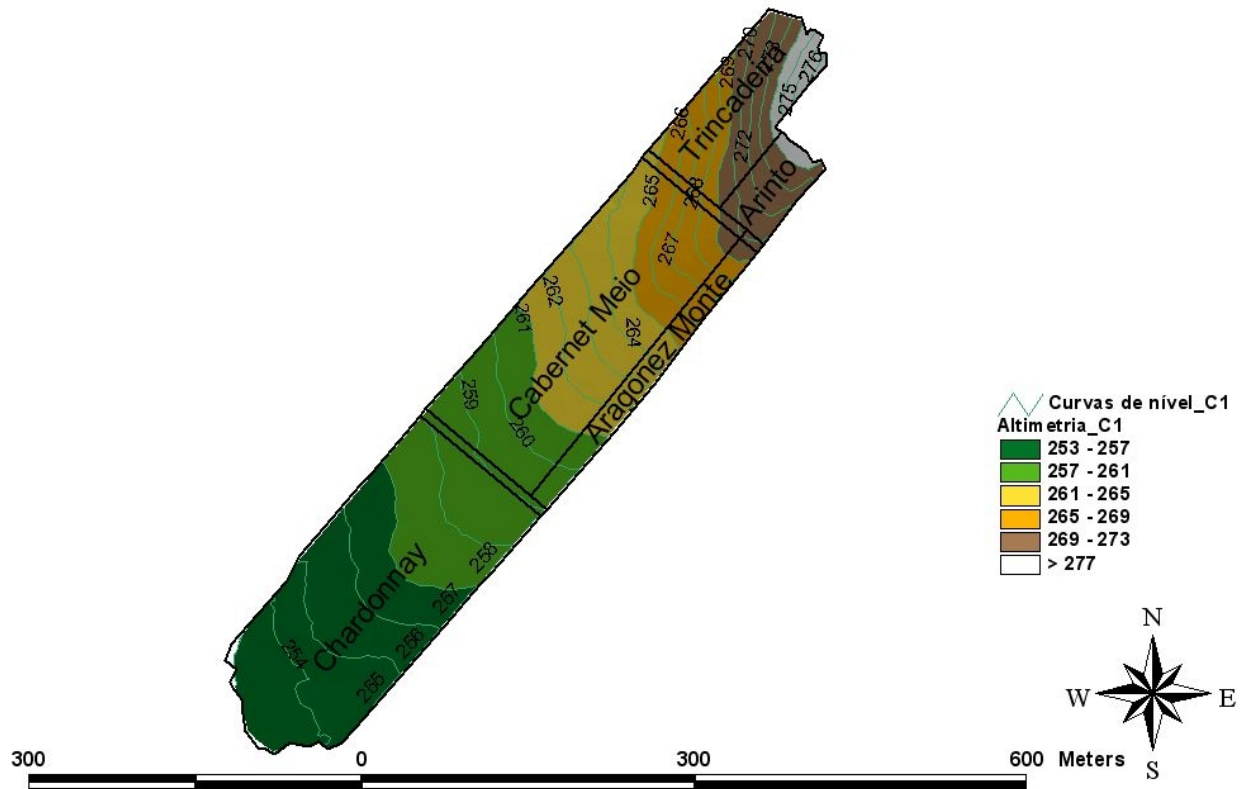
Anexo 5:

Altimetria da parcela Coelheiros 2



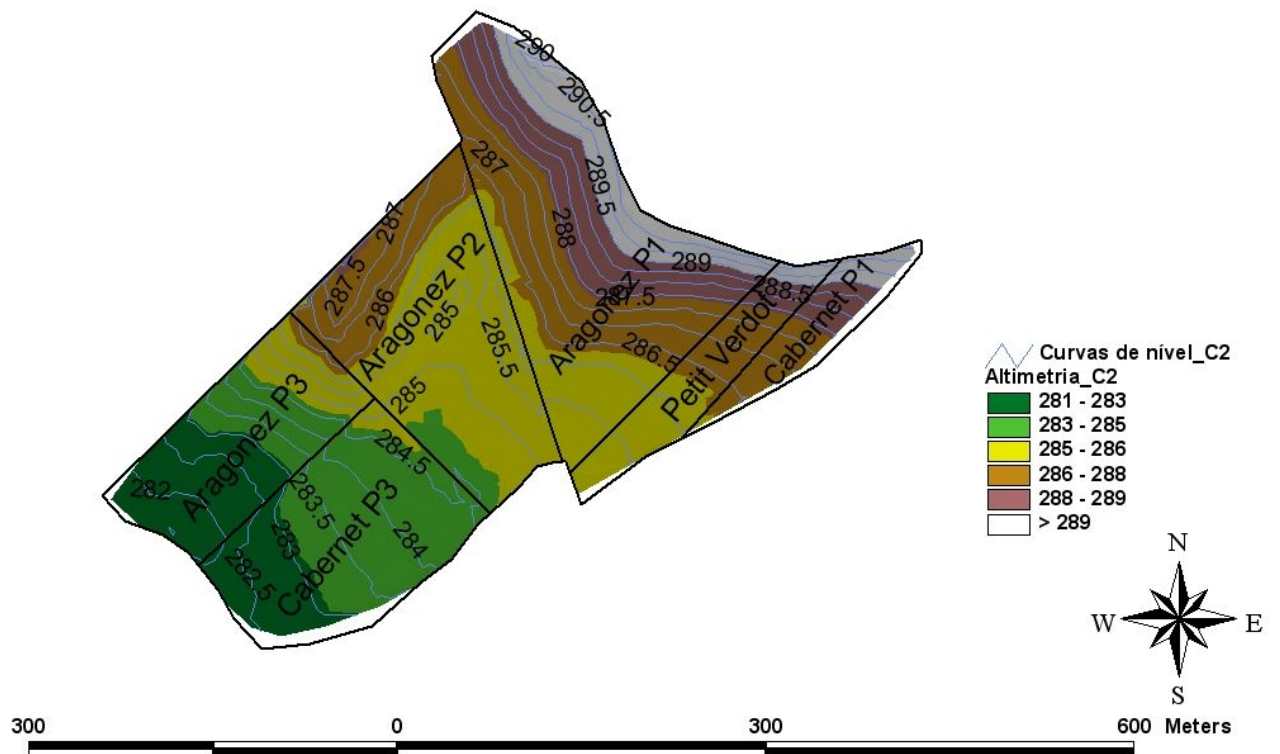
Anexo 6:

Curvas de nível da parcela Coelheiros 1



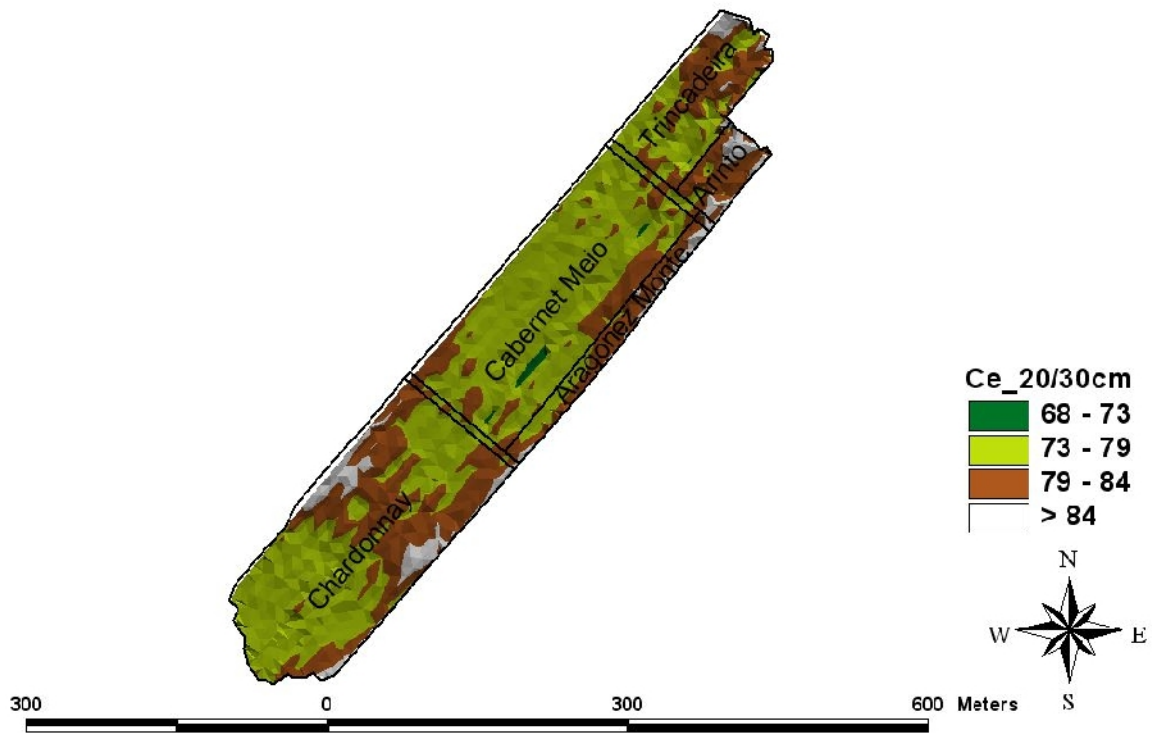
Anexo 7:

Curvas de nível da parcela Coelheiros 2



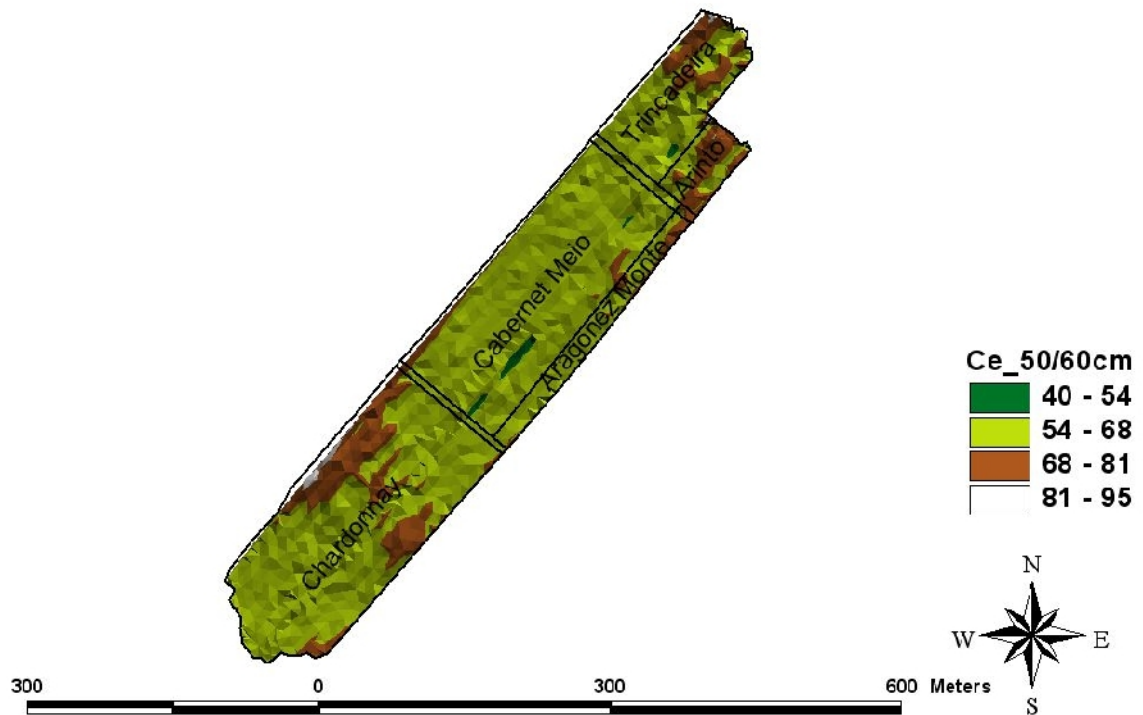
Anexo 8:

Conductividade eléctrica aparente do solo na
parcela Coelheiros 1 até 20-30 cm de profundidade



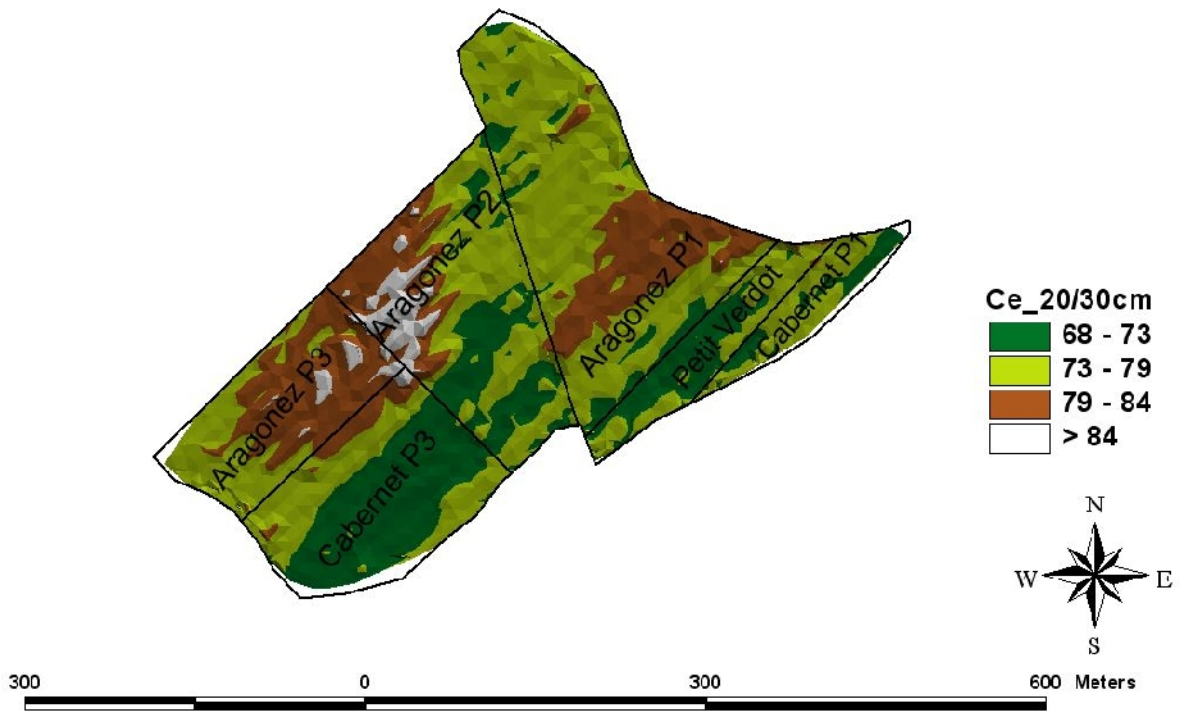
Anexo 9:

Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 1 até 50-60 cm de profundidade



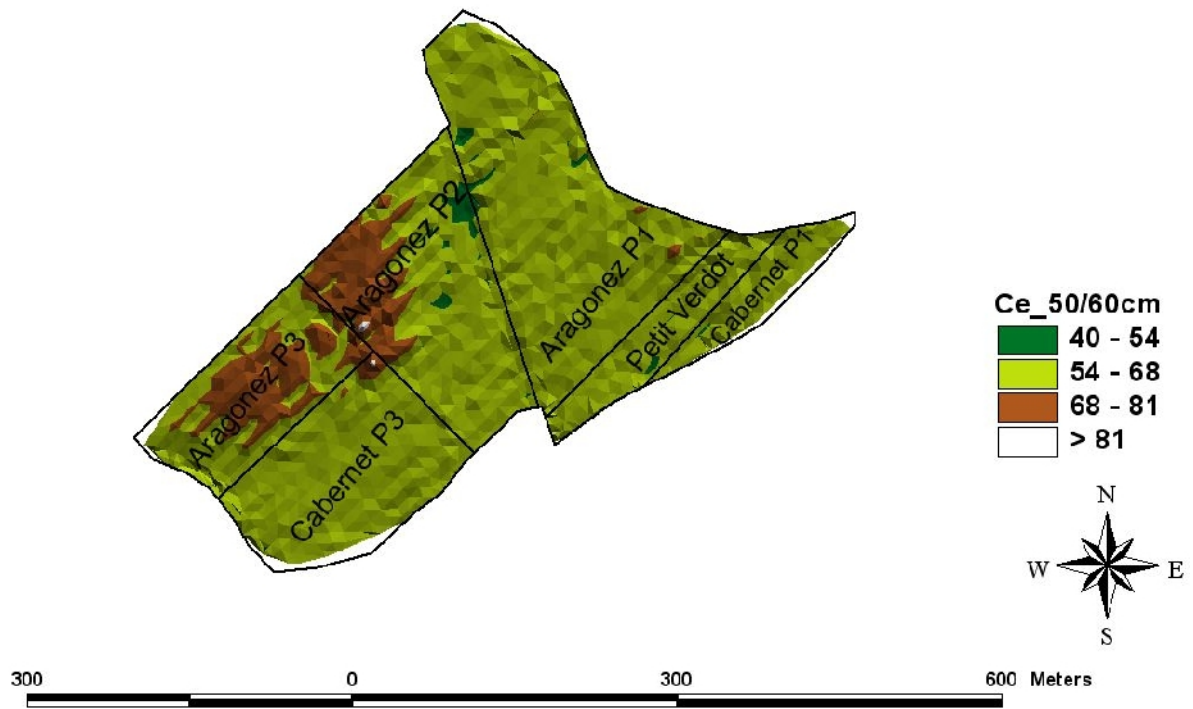
Anexo 10:

Conductividade eléctrica aparente do solo na parcela Coelheiros 2 até 20-30 cm de profundidade



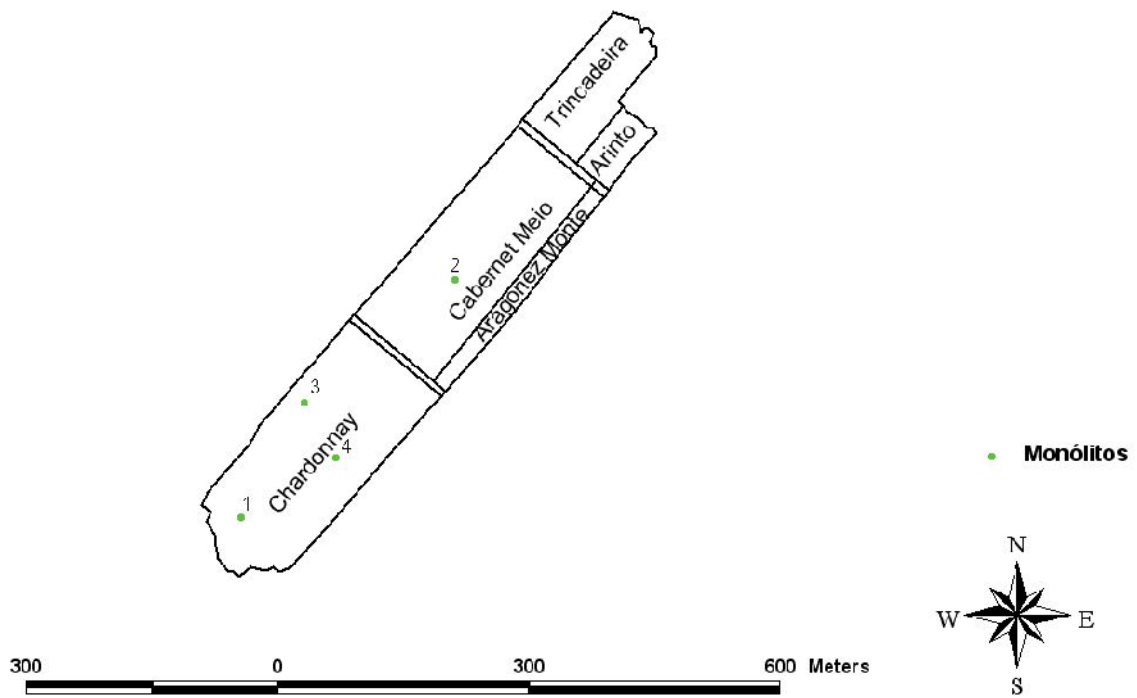
Anexo 11:

Conductividade eléctrica aparente do solo na
parcela Coelheiros 2 até 50-60 cm de profundidade



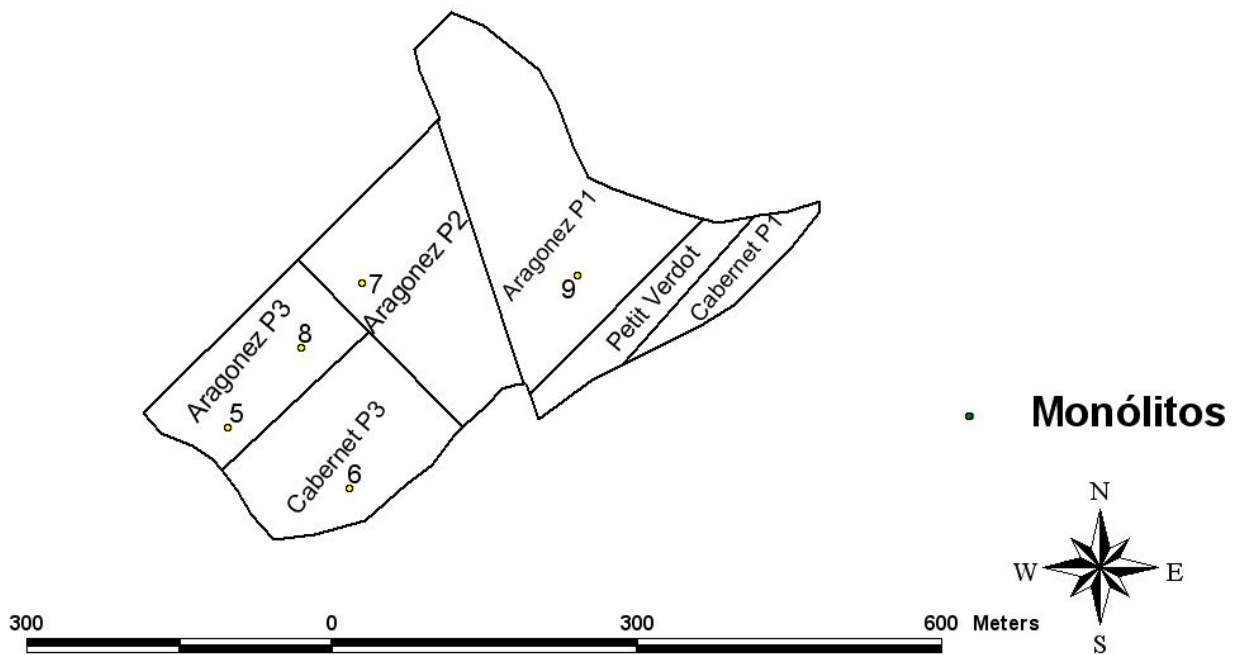
Anexo 12:

Monólitos Coelhoiros 1



Anexo 13:

Monólitos Coelheiros 2



Anexo 14: Controlo sanitário realizado nos diferentes talhões

Parcela	Talhão	Controlo sanitário			
		Área (ha)	Total horas	Vel. trab. (ha/h)	Período
Coelheiros 1	Chardonnay	4,05	18,25	0,22	22/4 a 20/7
	Cabernet Meio	3,4	15	0,23	23/4 a 20/7
	Aragonez Monte	0,272	3,25	0,08	22/4 a 19/7
	Arinto	0,35	3,5	0,10	23/4 a 19/7
	Trincadeira	1,333	7	0,19	23/4 a 20/7
Coelheiros 2	Aragonez P3	1,75	7,5	0,23	22/4 a 21/7
	Cabernet P3	2,2	9,5	0,23	22/4 a 21/7
	Aragonez P2	2,9	13,5	0,21	22/4 a 21/7
	Aragonez P1	3,35	14,5	0,23	21/4 a 22/7
	Petit Verdot	1	7	0,14	21/4 a 21/7
	Cabernet P1	0,8	6	0,13	21/4 a 21/7

Anexo 15: Produtos utilizados no controlo sanitário realizado

Produto	Ação	Combate	Dose (L ou kg/ha)	Período de aplicação	
Rhodax Flash	Fungicida sistémico de contacto	Míldio e escoriose	2,5 kg	20-04-10 a 26-04-10	
Enxofre Bayer	Fungicida de contacto		6 kg		
Melody	Fungicida penetrante		1,3 kg/1,5kg		
Flint	Fungicida mesotérmico	Oídio	0,125 kg	06-05-10 a 11-05-10	
Melody	Fungicida penetrante	Míldio	1,3 kg/1,5kg	21-05-10 a 27-05-10	
Prosper	Fungicida foliar sistémico preventivo e curativo	Oídio	0,6 L		
Fertileader Vital	Fungicida foliar		5 L	28-05-10 a 31-05-10	
Horizon	Fungicida sistémico preventivo e curativo	Oídio	0,4 L	14-06-10 a 18-06-10	
Vitipec	Fungicida preventivo penetrante	Míldio	3 kg		

Anexo 16: Poda efectuada nos diferentes talhões

Parcela	Talhão	Poda							
		Desladroa		Despampa		Inverno		Verde	
		Total horas	Período	Total horas	Período	Total horas	Período	Total horas	Período
Coelheiros 1	Chardonnay	63	26/5 a 25/6	9	9/6 a 24/6	285	2/3 a 9/3	317	23/6 a 9/7
	Cabernet Meio	-	-	8	9/6 a 24/6	406	4/1 a 13/1	8	20/4
	Aragonez Monte	-	-	0,5	11/6	31	15/1	6	20/4
	Arinto	-	-	0,5	11/6	41	1/3	21	20/4
	Trincadeira	-	-	3,5	9/6 a 23/6	52	1/3 a 2/3	56	19/4
Coelheiros 2	Aragonez P3	39	31/5 a 1/6	6	2/6 a 20/8	146,5	10/2 a 15/2	-	-
	Cabernet P3	32	7/7	14	4/6 a 19/8	223,5	21/1 27/1	-	-
	Aragonez P2	28	27/5	16	2/6 a 20/8	203	15/2 a 19/2	-	-
	Aragonez P1	-	-	15,5	8/6 a 20/8	233	22/2 a 25/2	163	11/5 a 19/5
	Petit Verdot	-	-	3,5	21/6 a 20/8	58	25/2 a 26/2	63	6/5 a 11/5
	Cabernet P1	-	-	4	21/6 a 19/8	88,5	27/1 a 29/1	57	3/5 a 6/5

Anexo 17: Monda química efectuada nos diferentes talhões

Parcela	Talhão	Monda química	
		Total horas	Período
Coelheiros 1	Chardonnay	7	22/3 a 23/3
	Cabernet Meio	-	-
	Aragonez Monte	-	-
	Arinto	-	-
	Trincadeira	4	22/3-Mar
Coelheiros 2	Aragonez P3	1,5	16/3
	Cabernet P3	3	17/3
	Aragonez P2	3,5	16/3 a 17/3
	Aragonez P1	4	17/3 a 18/3
	Petit Verdot	1	18/3
	Cabernet P1	1	18/3

Anexo 18: Evolução da produção de uva por hectare nos diferentes talhões.

Parcela	Casta	Área (ha)	Produção (Kg/ha)					
			2006	2007	2008	2009	2010	2011
Coelheiros 1	Chardonnay	4,05	4320	2420	1872	840	3019	4447
	Cabernet Meio	3,4	8040	6179	4682	4185	7101	4185
	Aragonez Monte	0,272	10305	9673	7184	5131	6426	5131
	Arinto	0,35	6774	6000	2231	4369	7629	7499
	Trincadeira	1,333	6969	4411	2492	2535	4553	5620
Coelheiros 2	Aragonez P3	1,75	-	-	13044	9271	23335	-
	Cabernet P3	2,2	-	-	14099	10275	20397	-
	Aragonez P2	2,9	-	-	9080	10517	19890	-
	Aragonez P1	3,35	-	-	5137	7714	9770	-
	Petit Verdot	1	10703	8933	3378	9780	13215	-
	Cabernet P1	0,8	-	-	7075	3564	5200	-

Anexo 19: Produções anuais dos diferentes talhões em kg/planta.

Parcela	Casta	Nºplantas	Produção (Kg/planta)					
			2006	2007	2008	2009	2010	2011
Coelheiros 1	Chardonnay	13498	1,3	0,7	0,6	0,3	0,9	1,3
	Cabernet Meio	11565	2,4	1,8	1,4	1,2	2,1	1,2
	Aragonez Monte	907	3,1	2,9	2,2	1,5	1,9	1,5
	Arinto	1689	1,4	1,2	0,5	0,9	1,6	1,6
	Trincadeira	4443	2,1	1,3	0,7	0,8	1,4	1,7
Coelheiros 2	Aragonez P3	5757	-	-	4,0	2,8	7,1	-
	Cabernet P3	7393	-	-	4,2	3,1	6,1	-
	Aragonez P2	9624	-	-	2,7	3,2	6,0	-
	Aragonez P1	11118	-	-	1,5	2,3	2,9	-
	Petit Verdot	3333	3,2	2,7	1,0	2,9	4,0	-
	Cabernet P1	2765	-	-	2,0	1,0	1,5	-

Anexo 20: Evolução do Grau Baumé ao longo dos diferentes talhões.

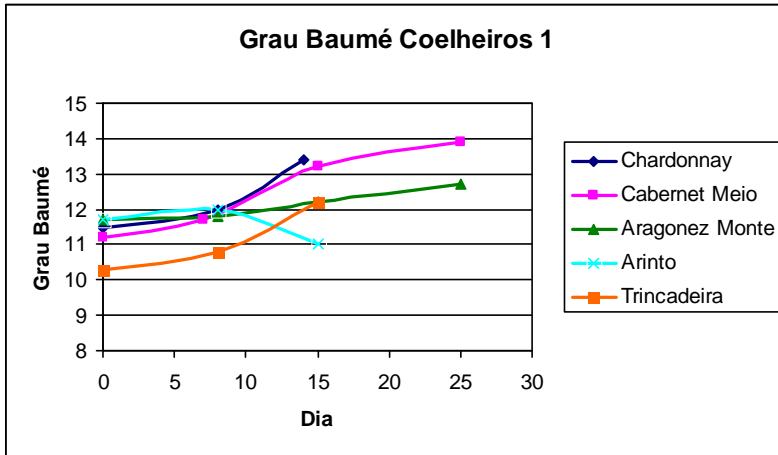


Figura 43 - Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões da parcela Coelhoiros 1.

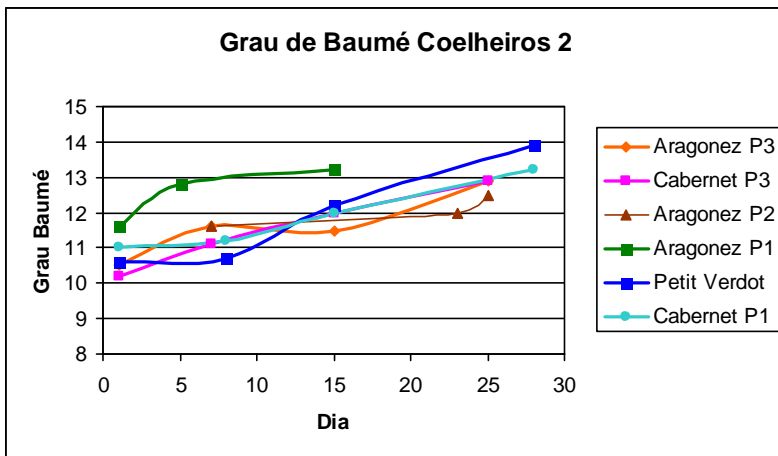


Figura 44 - Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões da parcela Coelhoiros 2.

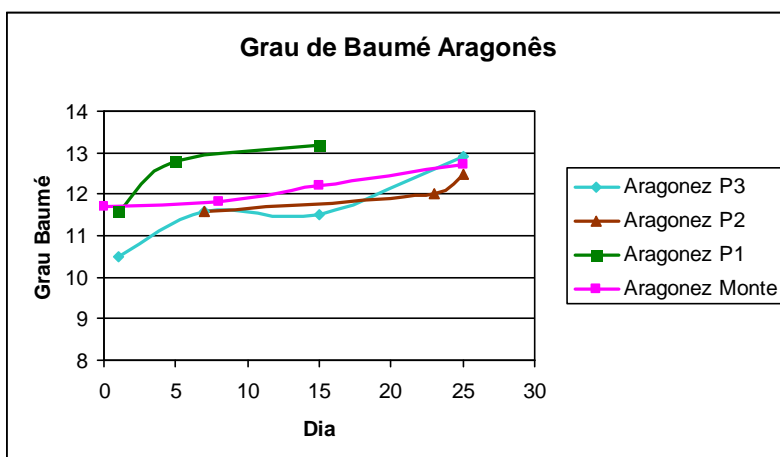


Figura 45 - Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões com a casta Aragonéz.

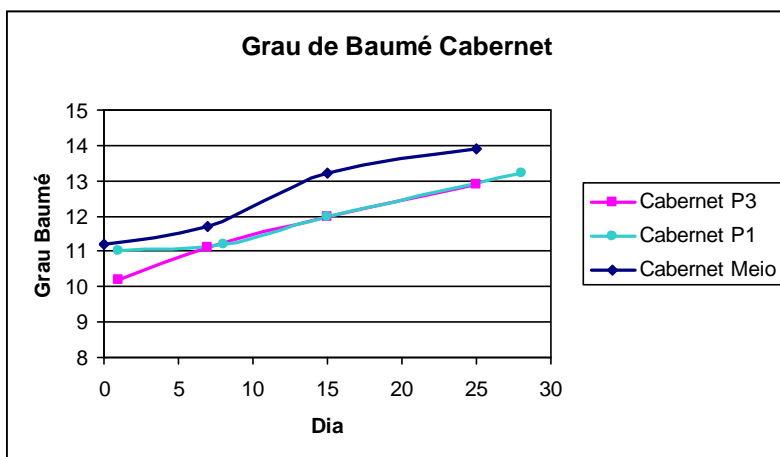
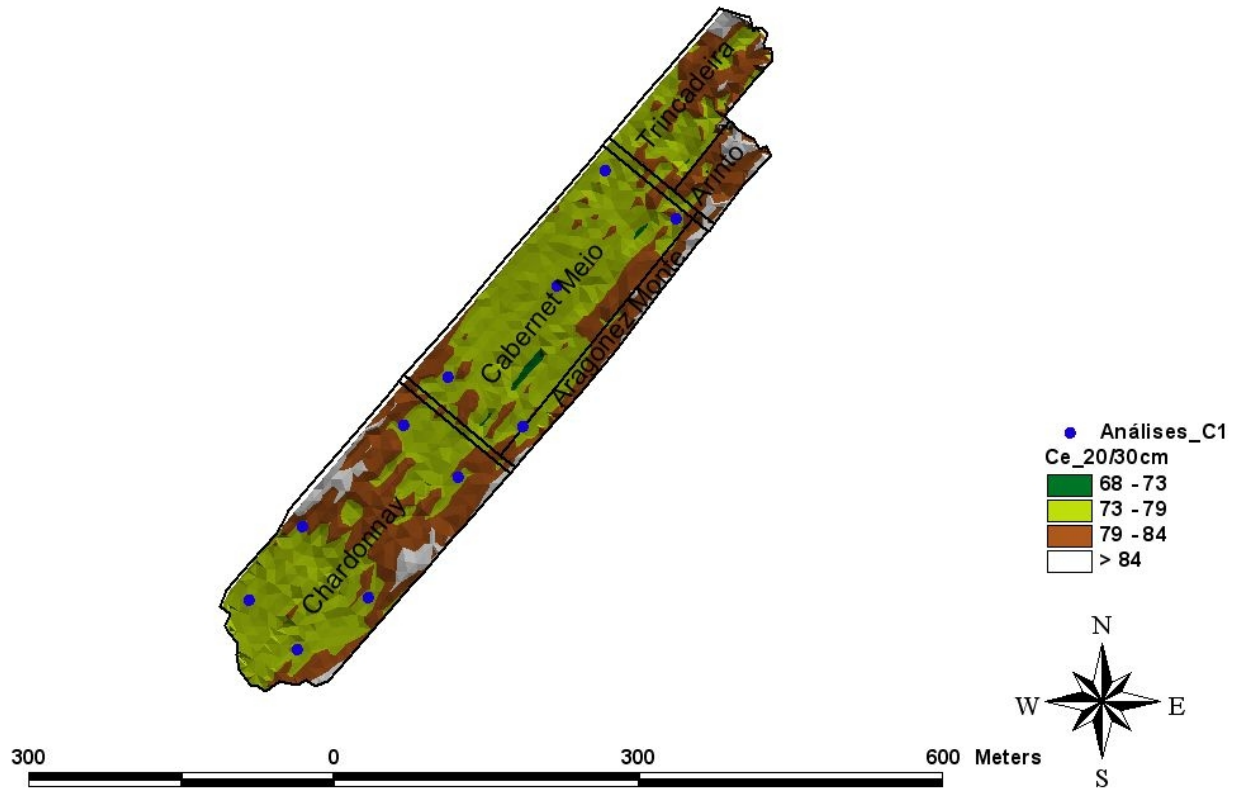


Figura 46 - Evolução do grau Baumé nos diferentes talhões com a casta Cabernet.

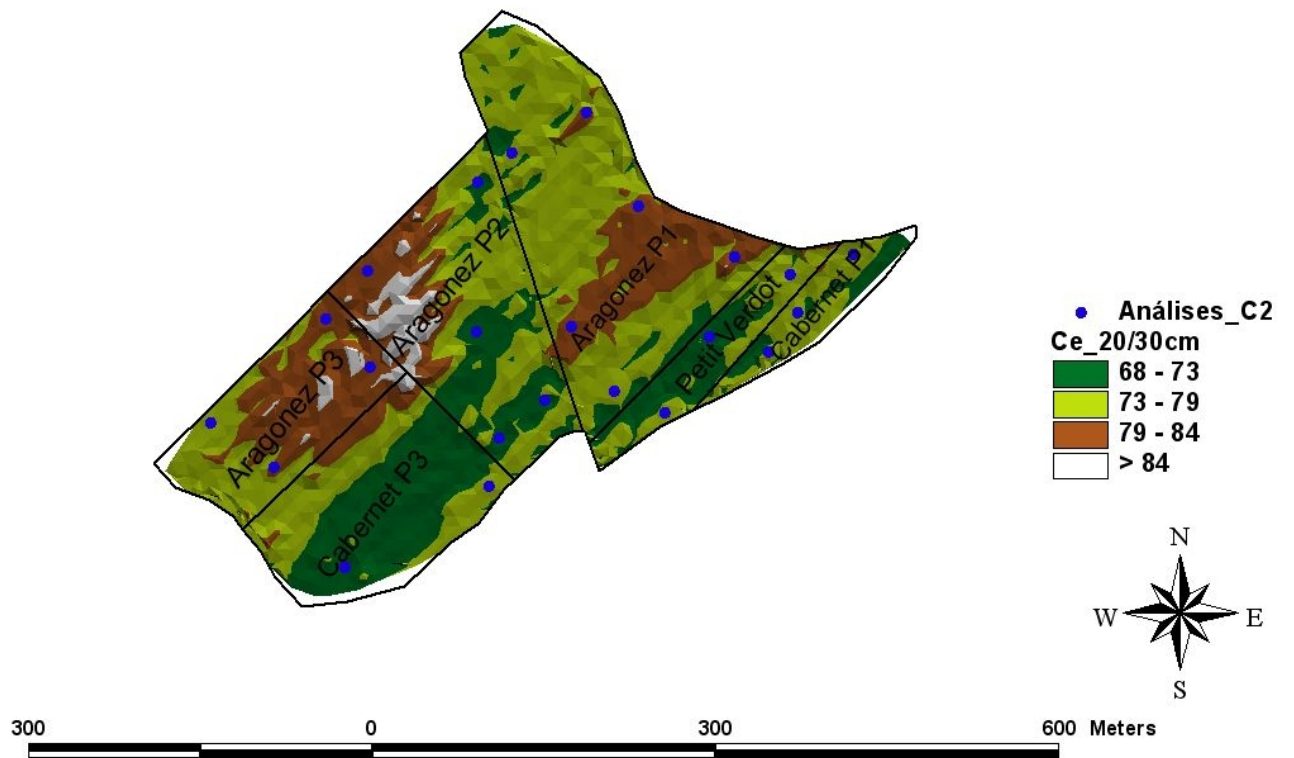
Anexo 21:

Pontos de recolha das análises de solo na parcela Coelheiros 1



Anexo 22:

Pontos de recolha das análises de solo na parcela Coelheiros 2



Anexo 23: Fotografias – recolha de monólitos



Figura 47 – Perfuração do solo com a sonda.



Figura 48 – Calha para colocação dos monólitos, previamente forrada com papel aderente.



Figura 49 – Sonda a ser retirada do solo após perfuração total.



Figura 50 – Monólito na calha plástica.

Anexo 24: Fotografias – desenvolvimento das plantas



Figura 51 – Aspecto das entrelinhas a 12 de Abril de 2010.



Figura 52 – Primeiras folhas separadas observadas a 12 de Abril de 2010.



Figura 53 – Aspecto dos cachos a 25 de Junho de 2010.

Anexo 25: Fotografias – recolha de dados de condutividade eléctrica aparente do solo e levantamento topográfico



Figura 54 – Montagem do sensor de condutividade eléctrica DUALEM e seu acoplamento ao tractor vinhateiro gentilmente cedido pela “Herdade dos Coelhoiros”.



Figura 55 – Tractor vinhateiro a percorrer as entrelinhas com sensor DUALEM acoplado e GPS a 12 de Abril de 2010.

Anexo 26: Análises de solo efectuadas nos diferentes talhões

Parcela	Casta	Fósforo (ppm)	Potássio (ppm)	Mat org (%)	pH	Cálcio (meq/100g)	Magnésio (meq/100g)	Sódio (meq/100g)	Textura
Coelheiros 1	Chardonnay	66	96	0,7	7,3	4,84	1,41	0,13	Média
	Cab.Meio+Arag.Mte	96	132	0,8	7,3	4,79	1,3	0,12	Média
	Trincadeira+Arinto	54	140	0,7	7,7	8,91	3,02	0,17	Média
Coelheiros 2	Cabernet P3	30	86	0,9	7	6,34	1,56	0,15	Média
	Aragonez P2	48	90	1,1	7	2,54	1,77	0,16	Média
	Aragonez P1	44	68	1	7	9,13	2,14	0,18	Média
	Petit Verd.+Cab.P1	56	104	0,9	7,3	5,47	1,3	0,12	Média

Nota: Análises efectuadas no Laboratório Químico-Agrícola da Universidade de Évora.

Anexo 27: Acompanhamento de maturação na parcela Coelheiros 1

Data	Parcela	Dia	pH	Acidez Total (g/l ác. tart)	Grau Baumé	Grau Brix	Densidade (g/L)	Grau Provável (%)
16-Ago	Chardonnay	0	3,1	7,43	11,5	20,31	47,13	11,9
24-Ago		8	3,37	6,15	12	21,26	49,41	12,4
30-Ago		14	3,43	6,60	13,4	23,93	40,63	14,17
16-Ago	Cabernet Meio	0	3,07	6,50	11,2	19,74	49,14	11,4
23-Ago		7	3,17	8,25	11,7	20,69	49,32	12,1
31-Ago		15	3,42	8,55	13,2	23,55	42,12	13,89
10-Set		25	3,36	3,98	13,9	24,88	42,35	14,7
16-Ago	Aragonez Monte	0	3,32	4,35	11,7	20,69	49,32	12
24-Ago		8	3,68	4,43	11,8	20,88	45,21	12,2
31-Ago		15	3,63	3,98	12,2	21,64	43,56	12,67
10-Set		25	3,65	3,60	12,7	22,59	40,41	13,27
16-Ago	Arinto	0	2,91	7,45	11,7	20,69	47,17	12,1
24-Ago		8	3,17	8,33	12	21,26	45,25	12,4
31-Ago		15	3,28	9,60	11	19,36	43,16	11,13
16-Ago	Trincadeira	0	3,33	5,18	10,3	18,02	48,82	10,3
24-Ago		8	3,62	6,38	10,8	18,97	44,92	11
31-Ago		15	3,62	6,75	12,2	21,64	43,32	12,67

Anexo 28: Acompanhamento de maturação na parcela Coelheiros 2

Data	Parcela	Dia	pH	Acidez Total (g/l ác. tart)	Grau Baumé	Grau Brix	Densidade (g/L)	Grau Provável (%)
17-Ago	Aragonez P3	1	3,02	6,90	10,5	18,40	44,79	10,5
23-Ago		7	3,05	5,78	11,6	20,50	54,20	11,8
31-Ago		15	3,46	5,40	11,5	20,31	41,62	11,75
10-Set		25	3,31	4,20	12,9	22,97	39,04	13,57
17-Ago	Cabernet P3	1	2,97	6,23	10,2	17,83	44,71	10,2
23-Ago		7	3,17	8,93	11,1	19,55	51,43	11,2
31-Ago		15	3,24	9,23	12	21,26	37,41	12,35
10-Set		25	3,11	7,80	12,9	22,97	40,48	13,57
17-Ago	Aragonez P2	1	3,15	5,03	10,6	18,59	44,83	10,7
23-Ago		7	3,14	5,10	11,6	20,50	54,20	11,8
08-Set		23	3,28	4,58	12	21,26	51,81	12,35
10-Set		25	3,34	4,13	12,5	22,21	38,89	12,97
17-Ago	Aragonez P1	1	3,18	5,85	11,6	20,50	45,21	12
21-Ago		5	3,09	5,88	12,8	22,78	54,70	13,4
31-Ago		15	3,61	4,88	13,2	23,55	39,11	13,89
17-Ago	Petit Verdot	1	2,4	16,73	10,6	18,59	44,83	10,7
24-Ago		8	3,07	10,95	10,7	18,78	44,88	10,9
31-Ago		15	3,23	10,80	12,2	21,64	41,92	12,67
13-Set		28	3,09	7,35	13,9	24,88	44,12	14,7
17-Ago	Cabernet P1	1	2,99	7,43	11	19,36	44,96	11,1
24-Ago		8	3,27	9,08	11,2	19,74	49,18	11,5
31-Ago		15	3,3	9,30	12	21,26	37,45	12,35
13-Set		28	3,11	7,50	13,2	23,55	43,88	13,89

