

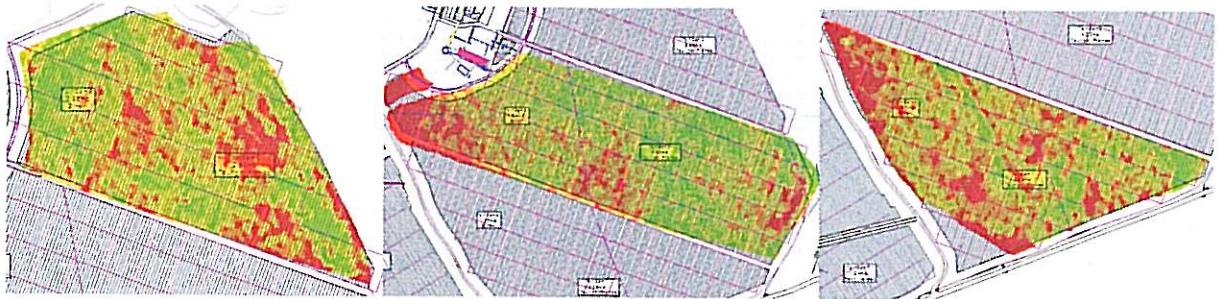


Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO



SEGMENTAÇÃO DA VINDIMA COM BASE NA OBSERVAÇÃO DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS AÉREAS

Sara Duque Dias

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Viticultura e Enologia

Orientador: Licenciada Olga Maria Carrasqueira Laureano

Co-orientador: Licenciado António Luís Moita de Andrade Maçanita

Júri:

Presidente: Doutor Rogério Albino Neves de Castro, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: - Licenciada Olga Maria Carrasqueira Laureano, Investigadora Coordenadora do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

- Licenciado António Luís Moita de Andrade Maçanita, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2009

AGRADECIMENTOS

À professora Olga Laureano, pela orientação deste trabalho e apoio ao longo do curso.

Ao António Maçanita, pela possibilidade de realizar este estágio e trabalho, e pelo apoio.

A todos os professores do Mestrado em Viticultura e Enologia, pela aprendizagem contínua, momentos de boa disposição e disponibilidade demonstrada em todas as situações.

À Herdade do Arrepiado Velho, por me terem recebido e tornado possível realizar este trabalho.

Ao professor José Miguel Pereira e à Ana Sá, pela preciosa ajuda.

Aos companheiros da vindima de 2008, em especial ao Gonçalo!

À D. Graziela e à D. Júlia pela ajuda e boa disposição no laboratório, neste trabalho e durante todo o curso.

A todos os amigos que deram uma ajudinha, em especial à Ana e ao Diogo.

RESUMO

A partir de imagens multiespectrais de detecção remota da vinha pode calcular-se um índice de vegetação (NDVI), directamente relacionado com o teor de água das folhas e com o vigor das videiras. Uma imagem de NDVI captada próximo do pintor dá indicação das zonas da vinha que já se encontram em paragem de crescimento e onde a maturação será, provavelmente, mais precoce.

Neste trabalho usaram-se essas imagens para delimitar zonas na vinha mais ou menos homogéneas em valor de NDVI, fez-se o controlo da maturação nessas zonas e foram vinificados em separado dois vinhos de cada casta (Syrah e Touriga Nacional): vinho A (das zonas que, aparentemente, tinham valor de NDVI mais baixo) e vinho B (das zonas que pareciam ter NDVI mais elevado). Os vinhos foram analisados química e sensorialmente.

Os resultados comprovam a existência de uma co-relação negativa entre o valor de NDVI e o teor em antocianinas totais das uvas à vindima. Para ambas as castas, verifica-se uma maior intensidade da cor, mais antocianinas coradas, maior índice de polimerização dos pigmentos e maior estrutura na prova nos vinhos provenientes das zonas de menor valor de NDVI.

Palavras-chave: segmentação da vindima, detecção remota, imagens multiespectrais, NDVI.

ABSTRACT

With the technology of multispectral imagery it's possible to reach a vegetation index (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) which is closely related to the water content of the leaves and to the vines vigour. An NDVI image captured at *veraison* gives information about the vineyard zones that stop the development stage and where the maturation will probably occur more quickly.

In this study NDVI images were used to delimit almost homogeneous zones in the terms of NDVI value. In these zones, maturation control was made and two wines of each variety (Syrah and Touriga Nacional) were separately produced: wine A (from apparently lower NDVI value zones) and wine B (from apparently higher NDVI value zones). Chemical and sensorial parameters were applied in the evaluation of the wines.

The results show that there is a negative correlation between the NDVI value of vineyards and the total anthocyanins content of grapes at harvest. Wines obtained from lower NDVI value zones has higher colour density, higher pigmented anthocyanins concentration, higher polimerization index of pigments and more structure in the mouth than the wines obtained from higher NDVI value zones.

Keywords: selective harvesting, remote sensing, multispectral imagery, NDVI.

EXTENDED ABSTRACT

In Herdade do Arrepiado Velho, Sousel, remote sensing imagery has been acquired, two weeks after the *veraison*. Based on these multispectral images (containing information for different wavelengths), a vegetation index was calculated (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index) for each pixel. NDVI is directly related to the water content of the leaves and to the vines vigour. An NDVI image captured at *veraison* gives information about the vineyard zones that stop the development stage and where the maturation will probably occur more quickly.

The aim of this study was to learn about the relationship between different NDVI value zones and the attributes of grapes at harvest, and consequently of wines. In 2008, NDVI images were used to delimit almost homogeneous zones in the terms of NDVI value. In these zones, maturation control was made and two wines of each variety (Syrah and Touriga Nacional) were separately produced: wine A (from apparently lower NDVI value zones) and wine B (from apparently higher NDVI value zones).

At the end, the access of each *sub-parcel* for wines A or B was governed by other parameters like phenolic composition of the grapes in the last maturation control or the probable alcoholic content. However, A and B wines come from distinct NDVI values vine zones.

To achieve the differences between wines A and B, chemical and sensorial parameters were applied in the evaluation of the wines. This was carried on to evaluate the production possibilities for two different types of wines in the winery.

The results show that there is a negative correlation between the NDVI value of vineyards and the total anthocyanins content of grapes at harvest. Wines obtained from lower NDVI value zones has higher colour density, higher total anthocyanins concentration, higher polymerization index of pigments and more structure in the mouth than the wines obtained from higher NDVI value zones.

ÍNDICE

	Página
I. Introdução	
Apresentação e objectivos do trabalho	1
1.1. Agricultura de Precisão	2
1.2. Viticultura de Precisão	3
1.2.1. Detecção Remota	5
1.2.1.1. Princípio da radiação	5
1.2.1.2. Índices de vegetação: NDVI	7
Data de aquisição da imagem de NDVI	12
1.2.1.3. Outras aplicações das imagens de detecção remota	13
1.3. Características da uva à vindima	14
1.3.1. Composição fenólica	14
II. Material e Métodos	
2.1. Caracterização do ensaio	18
2.2. Obtenção dos mapas de NDVI	18
2.3. Controlo da maturação	18
2.4. Vindima e vinificação	21
2.5. Análises aos vinhos	
2.5.1. Análise química (composição fenólica)	22
2.5.2. Análise sensorial	24
2.6. Análise estatística dos resultados	24
III. Resultados e Discussão	
3.1. Controlo da maturação	25
3.2. Características da uva à vindima	31
3.2.1. Análise em componentes principais e análise de <i>clusters</i>	31
3.2.2. Co-relação com o valor de NDVI	36
3.3. Análises aos vinhos	
3.3.1. Análise química	38
3.3.2. Análise sensorial	43
3.3.3. Análise aos vinhos envelhecidos em barrica	46
IV. Conclusões	48
V. Referências bibliográficas	49

ÍNDICE DE QUADROS

	Página
Quadro 1. Medições na vinha, segundo a zonagem considerada	11
Quadro 2. Prova de diferença dos vinhos provenientes dos três tipos de zonas da vinha	11
Quadro 3. Categorias em que se inserem os vinhos das diferentes zonas da vinha, segundo a opinião do enólogo	12
Quadro 4. Vinho a que se destinou cada uma das <i>sub-parcelas</i> delimitadas na vinha, respectivo valor de NDVI e área	21
Quadro 5. Resultados da última análise aos bagos (15 de Setembro), nas <i>sub-parcelas</i> da casta Syrah	31
Quadro 6. Resultados da última análise aos bagos (15 de Setembro), nas <i>sub-parcelas</i> da casta Touriga Nacional	31
Quadro 7. Resultado da análise em componentes principais para as características físico-químicas das uvas da casta Syrah à vindima	32
Quadro 8. Resultado da análise em componentes principais para as características físico-químicas das uvas da casta Touriga Nacional à vindima	35
Quadro 9. Matriz de co-relação entre os parâmetros físico-químicos das uvas das duas castas na última recolha de bagos e o valor de NDVI da respectiva <i>sub-parcela</i>	36
Quadro 10. IPT nas uvas no último controlo de maturação (média ponderada) e fenóis totais nos vinhos	39
Quadro 11. Antocianinas totais nas uvas no último controlo de maturação (média ponderada) e nos vinhos	40
Quadro 12. Média dos atributos que constavam da ficha de prova, para os quatro vinhos, após eliminação dos valores <i>outliers</i>	43
Quadro 13. Resultado da análise em componentes principais para os resultados obtidos na prova dos quatro vinhos (9 atributos)	44
Quadro 14. Resultado da análise em componentes principais para os resultados obtidos na prova dos quatro vinhos (7 atributos)	45
Quadro 15. Composição fenólica dos vinhos A e B de Syrah, com e sem envelhecimento em barrica	46
Quadro 16. Composição fenólica dos vinhos A e B de Touriga Nacional, com e sem envelhecimento em barrica	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Princípio da radiação, usado pelos sensores remotos	6
Figura 2. Espectros de reflectância da casta Cabernet Sauvignon, de uma cultura de grão-de-bico, e de um solo vermelho-acastanhado descoberto	6
Figura 3. (a) Mapa de produtividade gerado pelos resultados de cerca de 200 medições na vinha (produção por videira); (b) mapa de produtividade obtido através de uma imagem de vigor recolhida ao pintor, em 2001 ...	9
Figura 4. (a) Mapa da concentração fenólica das uvas gerado pelos resultados de cerca de 200 determinações em amostras de uvas; (b) mapa da concentração fenólica das uvas obtido através de uma imagem de vigor recolhida ao pintor, em 2001	9
Figura 5. Evolução dos compostos fenólicos durante a maturação	15
Figura 6. Equilíbrio entre as várias formas de antocianinas no vinho	17
Figura 7. Mapa de NDVI duas semanas antes do pintor; aspecto geral da vinha e subdivisão dos talhões	19
Figura 8. Divisão dos Talhões 6 (Syrah) e 3 (Touriga Nacional) em <i>sub-parcelas</i> , segundo a observação do mapa de NDVI ao próximo do pintor	19
Figura 9. Divisão dos Talhões 5 (Syrah) e 2 (Touriga Nacional) em <i>sub-parcelas</i> , segundo a observação do mapa de NDVI ao próximo do pintor	20
Figura 10. Divisão dos Talhões 4 (Syrah) e 1 (Touriga Nacional) em <i>sub-parcelas</i> , segundo a observação do mapa de NDVI ao próximo do pintor	20
Figura 11. Evolução do TAP ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Syrah ...	25
Figura 12. Evolução do TAP ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional	25
Figura 13. Evolução da acidez total ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Syrah	26
Figura 14. Evolução da acidez total ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional	26
Figura 15. Evolução do pH ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Syrah	27
Figura 16. Evolução do pH ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional	27
Figura 17. Evolução do teor em antocianinas totais ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Syrah	28
Figura 18. Evolução do teor em antocianinas totais ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional	28
Figura 19. Evolução do IPT ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Syrah	29

Figura 20.	Evolução do IPT ao longo da maturação, nas <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional	30
Figura 21.	Projecção dos atributos segundo as duas componentes principais, para a casta Syrah, no último controlo de maturação	33
Figura 22.	Projecção das <i>sub-parcelas</i> de Syrah segundo as duas componentes principais	33
Figura 23.	Resultado da análise de <i>clusters</i> para a casta Syrah, segundo os resultados do último controlo de maturação	36
Figura 24.	Projecção dos atributos segundo as duas componentes principais, para a casta Touriga Nacional, no último controlo de maturação	35
Figura 25.	Projecção das <i>sub-parcelas</i> de Touriga Nacional segundo as duas componentes principais	35
Figura 26.	Resultado da análise de <i>clusters</i> para a casta Touriga Nacional, segundo os resultados do último controlo de maturação	36
Figura 27.	Gráficos ilustrativos da co-relação entre os parâmetros físico-químicos das uvas das duas castas na última recolha de bagos e o valor de NDVI da respectiva <i>sub-parcela</i>	38
Figura 28.	Intensidade da cor nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	38
Figura 29.	Tonalidade nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	39
Figura 30.	Teor em fenóis totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	39
Figura 31.	Teor em antocianinas totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	40
Figura 32.	Teor em antocianinas coradas nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	41
Figura 33.	Teor em pigmentos totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	41
Figura 34.	Teor em pigmentos poliméricos nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica	42
Figura 35.	Índice de polimerização dos pigmentos nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica ...	42
Figura 36.	Projecção dos nove atributos da ficha de prova, segundo as duas componentes principais	44
Figura 37.	Projecção dos quatro vinhos segundo as duas componentes principais,	44

	para os nove atributos	
Figura 38.	Projecção de sete atributos da ficha de prova (sem limpidez e cor), segundo as duas componentes principais	45
Figura 39.	Projecção dos quatro vinhos segundo as duas componentes principais, para os sete atributos	45

ABREVIATURAS

A – Absorvância

AP – Agricultura de Precisão

EEM – Espectro electromagnético

EPS – Estado de epoxidação da xantofila

GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

IPT – Índice de polifenóis totais

IV – Infravermelho

LAI – *Leaf Area Index* (índice de área foliar)

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR – *Near infrared* (infravermelho próximo)

PCD – *Plant Cell Density*

PRI – *Photochemical Reflectance Index* (índice de reflectância fotoquímico)

R – Reflectância

RVI – *Ratio Vegetation Index*

SIG (GIS) – Sistema de Informação Geográfica (*Geographical Information System*)

Sy – Syrah

SST – Sólidos solúveis totais

Sy A – Vinho obtido a partir das uvas da casta Syrah provenientes das *sub-parcelas* da vinha com valor de NDVI mais baixo

Sy B – Vinho obtido a partir das uvas da casta Syrah provenientes das *sub-parcelas* da vinha com valor de NDVI mais elevado

TAP – Teor alcoólico provável

TN – Touriga Nacional

TN A – Vinho obtido a partir das uvas da casta Touriga Nacional provenientes das *sub-parcelas* da vinha com valor de NDVI aparentemente mais baixo

TN B – Vinho obtido a partir das uvas da casta Touriga Nacional provenientes das *sub-parcelas* da vinha com valor de NDVI aparentemente mais elevado

VP – Viticultura de Precisão

VRA – *Variable Rate Application* (taxa variável de aplicação)

I. INTRODUÇÃO

Apresentação e objectivos do trabalho

Na Herdade do Arrepiado Velho, Sousel, têm sido captadas imagens aéreas de detecção remota, duas semanas antes do pintor. A partir dessas imagens multiespectrais (informação em diferentes comprimentos de onda) é calculado um índice de vegetação (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*) para cada pixel. O NDVI está directamente relacionado com o teor de água nas folhas e, por isso, com o vigor das videiras. Na altura do pintor, o que se pretende observar através destas imagens é a existência de zonas da vinha em que já se verifica uma paragem do crescimento e onde a maturação será, provavelmente, mais precoce.

O que se pretendeu com este trabalho foi verificar se as zonas da vinha de diferente valor de NDVI correspondem a diferentes características das uvas à vindima e, conseqüentemente, a diferentes vinhos. Com este objectivo, em 2008, foram delimitadas *sub-parcelas* dentro da vinha através da observação e identificação visual de manchas mais ou menos homogêneas na imagem de NDVI obtida próximo do pintor. Fez-se o controlo da maturação nessas *sub-parcelas* e a segmentação da vindima foi feita da seguinte forma: foram vinificados dois vinhos por casta (Syrah e Touriga Nacional), sendo o vinho A proveniente do conjunto das *sub-parcelas* que pareciam ter menor valor de NDVI e o vinho B das *sub-parcelas* que pareciam ter um valor de NDVI mais elevado.

A entrada de cada *sub-parcela* para os vinhos A ou B acabou por se reger também por outros parâmetros, como a composição fenólica das uvas no último controlo da maturação ou o teor alcoólico provável. No entanto, os vinhos A e B provêm, efectivamente, de zonas da vinha de valor de NDVI distinto.

Os vinhos foram analisados química e sensorialmente, com o objectivo de verificar se os tipos A e B são efectivamente diferentes e se poderão destinar-se a lotes de vinho de gamas/estilos distintos, uma vez que esse é um dos grandes objectivos da Herdade com a aquisição destas imagens.

1.1. Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é a aplicação de diversas tecnologias (GPS, SIG, sensores, mapeamento de colheita, etc.) com o intuito de melhorar a gestão espacial e temporal de cada parcela da exploração agrícola. Este conceito incide fundamentalmente no manuseamento e utilização da informação espacial e temporal.

O objectivo da Agricultura de Precisão é maximizar a margem bruta (receitas menos despesas) do produtor em cada zona de uma parcela. A homogeneização do mapa de produtividade ou de qualquer parâmetro de qualidade do produto não é o objectivo da AP. (Braga, 2008)

Segundo Bramley *et al.* (2006), a Agricultura de Precisão foi adoptada pelos produtores de cereais há mais de quinze anos e desde então têm sido muito discutidos os benefícios económicos da sua aplicação. Em Bramley *et al.* (2006) é referido um trabalho de Lambert e Lowenberg-DeBoer, em 2000, que consistiu na revisão de mais de 108 estudos predominantemente relacionados com a tecnologia da taxa variável de aplicação de factores de produção (VRA – *Variable Rate Application*) em culturas cerealíferas nos EUA e que permitiu concluir que 63% desses estudos apontam para a existência de benefícios económicos com a aplicação da Agricultura de Precisão; é também referido um trabalho de Godwin *et al.* em 2003, que demonstra que os benefícios da aplicação da AP na produção cerealífera do Reino Unido dependem de interações entre o tamanho da exploração, os custos associados à compra e manutenção de equipamentos de AP, e o incremento de produtividade necessário para cobrir estes custos. De qualquer forma, quando comparada com uma gestão espacial uniforme, a utilização da taxa variável de aplicação de azoto em cereal no Reino Unido apresenta um benefício de cerca de £22 por hectare. Lowenberg-DeBoer em 2003, citado por Bramley *et al.* (2006), conclui que o uso desta taxa variável de aplicação nos EUA é, com certeza, economicamente vantajoso em culturas de valor acrescentado (por ex., beterraba sacarina).

A primeira conferência internacional sobre o tema 'Agricultura de Precisão' realizou-se em 1992, nos EUA. No Chile, as primeiras experiências de AP datam de 1997. Em Portugal, os primeiros mapas de colheita foram feitos em explorações cerealíferas, em 2000.

1.2. Viticultura de Precisão

Durante a década passada, um dos desenvolvimentos mais importantes na viticultura foi a introdução da Viticultura de Precisão (VP). A sua filosofia pode ser assim descrita: “Não se pode gerir o que não se pode medir” (Jackson, 2008).

A Viticultura de Precisão corresponde à aplicação do conceito geral de AP à viticultura mas, ao contrário da Agricultura de Precisão, a VP é um conceito relativamente recente e o seu aparecimento em países como a Austrália esteve condicionado, principalmente, à disponibilidade comercial de sensores de produtividade para uvas (para aplicação na máquina de vindimar).

Segundo Jim Hardie, em Bramley *et al.* (2006), a Viticultura de Precisão é, como o nome indica, a precisa aplicação das operações culturais numa vinha, como a poda e a vindima, e de outros recursos, como fertilizantes, água e pesticidas. Neste sentido, este não é um conceito particularmente novo, uma vez que os produtores sempre tentaram maximizar o lucro, através da gestão cuidada da aplicação dos factores de produção. O novo elemento presente no termo “Viticultura de Precisão” é o conjunto de recentes tecnologias que permitem que as vinhas sejam geridas de uma forma mais precisa do que nunca. Então, a VP pode definir-se como a aplicação de novas tecnologias a uma gestão sensata da vinha.

“O termo ‘Viticultura de Precisão’ engloba o uso de um conjunto de ferramentas e tecnologias que ajudam os viticultores e enólogos a tomarem decisões mais informadas numa gestão diferenciada da vinha.” (Bramley *et al.*, 2006)

Os objectivos da Viticultura de Precisão são ganhar controlo sobre o sistema produtivo, reconhecendo que há áreas com características diferentes dentro da mesma vinha, e fornecer os meios para que essas áreas sejam alvo de uma gestão diferenciada. Estes objectivos são atingidos através do uso de duas importantes tecnologias: o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informação Geográfico (GIS); a estas tecnologias juntam-se ferramentas de medição e monitorização da vinha, com alta resolução espacial (por exemplo, a detecção remota, a monitorização da produtividade e a avaliação electromagnética do solo). (Bramley *et al.*, 2006)

A Viticultura de Precisão fornece ao enólogo as ferramentas para conseguir produzir um vinho bem sucedido, fornece os meios para que se adquira um conhecimento mais apurado do espaço (Bramley *et al.*, 2006) e a capacidade de prever a produtividade e qualidade das uvas (Jackson, 2008).

Durante séculos, os produtores de vinho souberam que uvas colhidas de diferentes zonas da vinha podiam produzir vinhos de características diferentes. Mesmo quando os factores biológicos (casta, clone e porta-enxerto) são idênticos, a qualidade da uva, sua maturação e os vinhos resultantes são influenciados pelas diferenças subtis nas características físicas da vinha, que incluem o tipo de solo, o microclima, o declive, a exposição, a capacidade de retenção de água do solo e a drenagem (Smart, 1985; Smart & Robinson, 1991; Wilson, 1998). (Citado de Johnson *et. al.*, 2001)

Apesar deste conhecimento, o sucesso de uma vinha tem sido, habitualmente, quantificado com base nas médias de produção de uva ou vinho por hectare, procedimento que oculta importantes variações de produtividade e qualidade dentro da vinha e as suas causas.

Os parâmetros de qualidade da uva diferem mais entre zonas da vinha e entre videiras do que entre vindimas; no entanto, essas variações são habitualmente consideravelmente menores do que as diferenças a nível de produtividade (Bramley & Lamb, 2003).

Segundo Bramley e Hamilton, em 2004, As diferenças de produtividade entre videiras podem facilmente ser do simples para oito ou dez vezes mais. A avaliação objectiva desta heterogeneidade tem despertado o desejo de reduzir esta ocorrência, tanto pela gestão espacial diferenciada, como pela 'segmentação da vindima'. Apesar de se conseguir atingir o ponto médio de alguns atributos aquando da constituição do lote de vinho, isso não acontece em características como o 'flavor'. Além disso, a qualidade do vinho é, em parte, dependente da uniformidade das uvas que lhe deram origem. (Jackson, 2008)

Proffitt e Malcolm, em 2005, concluíram que se consegue atingir um aumento da uniformidade das uvas através da redução da dotação de rega nas zonas vigorosas e do seu aumento nas zonas de fraco crescimento vegetativo; com este procedimento consegue-se, para além da sincronização no desenvolvimento do bago, uma redução do número de operações dispendiosas como a remoção de folhas basais (Jackson, 2008). Outro procedimento possível é vindimar as uvas provenientes de parcelas distintas da mesma vinha em alturas diferentes, ou separadamente ('segmentação da vindima'); isto justifica-se porque a qualidade do vinho é, em parte, dependente da uniformidade das uvas que lhe deram origem (Jackson, 2008).

A viabilidade económica da gestão espacialmente diferenciada da vinha depende de diversos factores independentes, que incluem a extensão e intensidade da variabilidade existente na vinha, os custos de implementação das medidas correctivas, o valor comercial da casta, e a demonstração de que uma maior e mais uniforme qualidade das uvas conduz a um vinho de qualidade superior (Jackson, 2008).

As uvas para vinho podem ser consideradas uma cultura de alto valor, especialmente porque o processamento dos frutos (i.e., a vinificação) torna o vinho um produto de valor acrescentado. Ao contrário da produção de cereais, em que a principal aplicação da Agricultura de Precisão tem sido o uso da taxa variável de aplicação (VRA) de fertilizantes, a Viticultura de Precisão tem se centrado no uso das imagens de detecção remota, com ou sem mapeamento da produtividade, como base para a 'segmentação da vindima'. Neste sentido, os viticultores e enólogos têm usado as ferramentas de VP como meio para garantir que os lotes de uvas que chegam à adega são tão uniformes quanto possível e que vão de encontro às especificações do produto final a que se destinam. (Bramley *et al.*, 2006)

1.2.1. Detecção Remota

O uso de dispositivos de detecção remota instalados em aviões a baixa altitude (150 m a 3 Km) é, habitualmente, adequado para avaliar as videiras individualmente e conseguir distinguir as videiras dos outros elementos da vinha. Os sensores multiespectrais podem recolher, simultaneamente, informação em quatro comprimentos de onda distintos (infravermelho, vermelho, verde e azul). Também existem sensores que detectam mais de dezoito comprimentos de onda. (Jackson, 2008)

1.2.1.1. Princípio da radiação

A detecção remota baseia-se no facto de que todos os objectos na superfície terrestre reflectem a radiação solar.

As plantas absorvem, por parte da clorofila, toda a radiação solar azul e vermelha incidente e reflectem/transmitem a radiação solar verde e da banda do infravermelho (IV) próximo (Lamb, 2001). As folhas das videiras reflectem em maior quantidade a fracção verde do espectro electromagnético (EEM); é por esta razão e pelo facto de o olho humano não conseguir detectar a radiação solar da banda do IV próximo reflectida pelas plantas que, na banda correspondente ao Visível do EEM, as folhas se vêem verdes (Ortega & Esser, 2002).

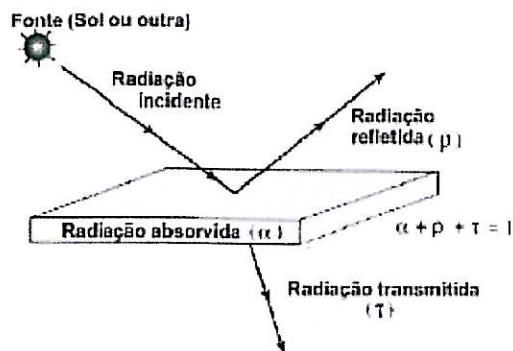


Figura 1. Princípio da radiação, usado pelos sensores remotos. (Fonte: Braga, 2008)

É a radiação do IV próximo que nos diz mais sobre o vigor da planta, uma vez que a reflectância no IV próximo de uma planta é determinada pela estrutura/forma das células foliares e pela água nelas contida (Lamb, 2001).

Além disso, a diferença entre a radiação reflectida pelas folhas e pelo solo é muito mais evidente no IV próximo e essa diferença permite quantificar a biomassa de uma vinha (Figura 2). Para além disto, a reflectância no IV próximo é muito mais sensível a variações no estado de saúde da planta. Geralmente, a presença de doenças, pragas, nutrição deficiente, baixa humidade disponível ou qualquer outro tipo de *stress* afecta a biomassa da videira e/ou a resposta espectral das folhas. (Ortega & Esser, 2002)

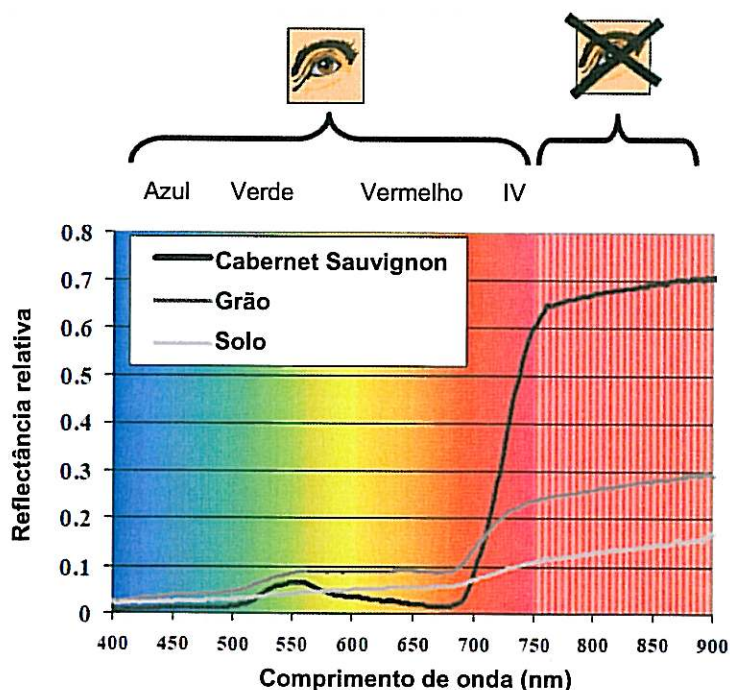


Figura 2. Espectros de reflectância da casta Cabernet Sauvignon, de uma cultura de grão-de-bico, e de um solo vermelho-acastanhado descoberto (Percentagem de luz solar reflectida = 100 x Reflectância relativa). Dados recolhidos numa vinha da Charles Sturt University. (Retirado de Lamb, 2001)

No trabalho de Delenne *et al.* (2009), foi desenvolvida uma ferramenta para detecção de vinhas, identificação dos seus limites e sua caracterização, usando imagens aéreas. Usando o canal vermelho de uma imagem aérea, foram detectadas 90 % das parcelas, 92 % foram correctamente classificadas de acordo com a taxa de falhas de videiras e 81 % de acordo com a técnica de gestão das infestantes.

No trabalho de Schultz (1996) foram estimadas as alterações que ocorrem na absorvância e reflectância das folhas de videira na banda do visível, de acordo com a idade das folhas, durante o ciclo vegetativo; foi também estimada a irradiância durante o crescimento das folhas; estes registos foram obtidos com um sensor *quantum*, em condições de céu limpo. O método consiste na medição da radiação incidente na superfície das folhas, da radiação transmitida através destas e da radiação reflectida (medida 1 cm acima da folha). Os resultados obtidos mostraram que a absorvância é menor (60-70 %) nas folhas apicais jovens e nas folhas basais mais velhas, e maior (85-90 %) nas folhas adultas mas não senescentes; a reflectância foi maior (15-20 %) nas folhas apicais, no início do ciclo, e no final (Outubro) foi maior nas folhas basais senescentes.

1.2.1.2. Índices de vegetação: NDVI

Segundo Hatfield & Pinter Jr (1993), os avanços no campo da detecção remota contribuíram para o aumento da capacidade de detecção e quantificação dos stresses físicos e biológicos que afectam a produtividade das culturas agrícolas. A luz reflectida nas bandas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio do espectro electromagnético tem se mostrado uma ferramenta útil na detecção de carências de nutrientes, doenças, pragas e infestantes. Os índices de vegetação multiespectrais obtidos através das reflectâncias do coberto nas várias bandas podem ser usados para monitorizar a resposta de crescimento das plantas às variações das condições atmosféricas; qualquer desvio do padrão esperado para uma determinada época o ano significa a existência de um potencial problema. As imagens de infravermelho obtidas a partir de avião ou satélite permitem a identificação de zonas susceptíveis a danos pela geada, a quantificação do stress hídrico da cultura e a detecção do aparecimento de doenças.

Os índices espectrais de vegetação, obtidos através de imagens de diferentes comprimentos de onda, são um meio para quantificar as diferenças existentes entre a biomassa das videiras. Combina-se a informação disponível para cada pixel e, assim, consegue-se obter um valor em cada pixel. (Bramley *et al.*, 2006)

Há dois índices de vegetação que são normalmente utilizados em Viticultura de Precisão: o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), proposto por Tucker (1979), e o *Ratio Vegetation Index* (RVI) ou *Plant Cell Density* (PCD).

- $$\text{NDVI} = \frac{R_{\text{NIR}} - R_{\text{Verm}}}{R_{\text{NIR}} + R_{\text{Verm}}} \quad (\text{R} - \text{reflectância})$$

Este índice tem em consideração a quantidade de energia vermelha que não é absorvida pela clorofila e a quantidade de energia do IV próximo (NIR – *Near infrared*) que é reflectida pela estrutura celular da folha. O valor de NDVI pode variar entre -1 e 1. Nas zonas sem vegetação, o valor de NDVI é próximo de zero.

- $$\text{RVI ou PCD} = \frac{R_{\text{NIR}}}{R_{\text{Verm}}}$$

Este índice é semelhante ao NDVI, uma vez que também realça a diferença entre a reflectância do coberto no IV próximo (NIR) e no vermelho. Os valores são altos para altos valores de biomassa fotossinteticamente activa e baixos na situação contrária. (Bramley *et al.*, 2006)

Utilização das imagens de NDVI

A combinação das reflectâncias no IV próximo e no vermelho é uma boa ferramenta para estimar o vigor da planta ou a densidade foliar (normalmente relacionados), sendo que a imagem observada pode ser de satélite ou obtida por um pequeno avião (Lamb, 2001).

Segundo o mesmo autor, a observação de imagens de NDVI da vinha permite detectar diferenças na densidade do coberto, na produtividade e possivelmente na qualidade das uvas, como demonstrado adiante (Figuras 3 e 4).

Segundo o trabalho de Lamb (2001), é possível distinguir entre zonas da vinha de alto e de baixo vigor/densidade do coberto utilizando um sensor que detecte tanto a radiação IV como a vermelha. Normalmente, as videiras mais vigorosas/densas apresentam uma maior reflectância na banda do IV próximo (mais folhas, que contêm mais água, ou seja, uma estrutura celular mais “forte”) e uma menor reflectância na banda do vermelho (devido a uma maior absorção deste tipo de radiação por parte da clorofila), o que resulta num valor de NDVI mais elevado (mais próximo de 1).

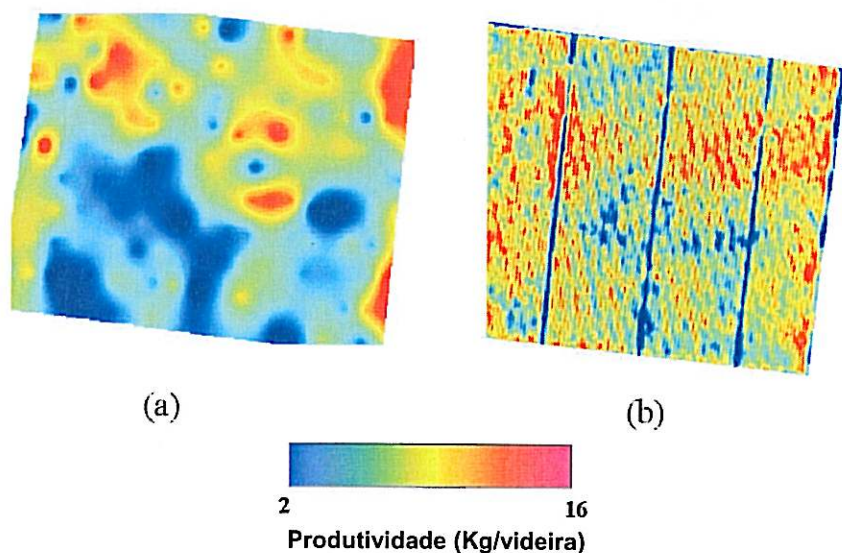


Figura 3. (a) Mapa de produtividade gerado pelos resultados de cerca de 200 medições na vinha (produção por videira); (b) mapa de produtividade obtido através de uma imagem de vigor recolhida ao pintor, em 2001. Este bloco de vinha da casta Cabernet Sauvignon situa-se na região de Coonawarra e tem aproximadamente 7 ha. (Retirado de Lamb, 2001)

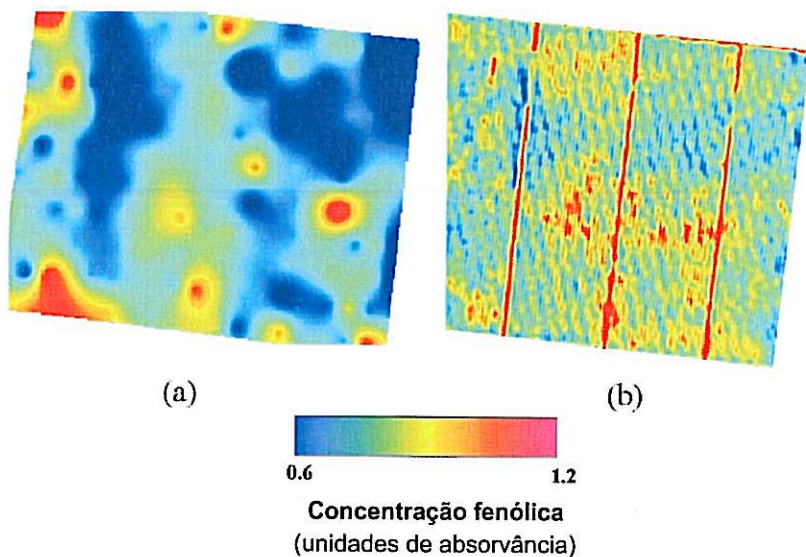


Figura 4. (a) Mapa da concentração fenólica das uvas gerado pelos resultados de cerca de 200 determinações em amostras de uvas; (b) mapa da concentração fenólica das uvas obtido através de uma imagem de vigor recolhida ao pintor, em 2001. O bloco de vinha é o mesmo que é apresentado na Figura 3. (Retirado de Lamb, 2001)

Segundo Lamb *et al.* (2003), que citam Penn, 1999, Carothers, 2000 e Aho em 2002, há vários produtores vitícolas em Napa Valley (Califórnia) que usam imagens multiespectrais de detecção remota para monitorizar a variabilidade existente na vinha, com o objectivo de preparar a vindima, identificar problemas relacionados com a rega, nutrição, estado sanitário e

incidência de pragas. Estas imagens são normalmente recolhidas a 2 metros de distância do solo, geo-referenciadas e convertidas para valor de NDVI, em cada pixel.

O objectivo do trabalho desenvolvido por Montero *et al.* (1999) foi relacionar o desenvolvimento vegetativo das videiras, dependente do teor de água disponível, com métodos de detecção remota. Concluíram que os valores de NDVI da vinha estão estreita e directamente relacionados com o seu estado vegetativo, ou seja, para estados mais atrasados os valores de NDVI são mais baixos e para estados mais avançados são superiores.

Em Lamb *et al.* (2003) são citados Tucker, 1979, Asrar *et al.*, 1984, e Daughtry *et al.*, 1992, que demonstraram que o valor de NDVI está relacionado com o Índice de Área Foliar (*Leaf Area Index* – LAI) do coberto vegetal e com a quantidade de radiação fotossinteticamente activa por ele absorvida.

Johnson *et al.* (2003) também desenvolveram um trabalho em que se pretendia encontrar uma relação entre o valor de NDVI e o índice de área foliar de uma vinha. Esta relação já tinha sido estudada em várias culturas anuais, mas tem sido dada uma menor atenção à vinha e outras culturas anuais. Neste trabalho, as imagens de detecção remota foram obtidas perto da vindima e convertidas em valor de NDVI e fizeram-se medições do LAI directamente na vinha em 24 locais. Foi encontrada uma forte correlação entre os dois índices. Os mapas de NDVI (convertidos em LAI) podem, potencialmente, ser usados para suportar decisões quanto à rega ou gestão do coberto vegetal da vinha.

Um outro trabalho do mesmo autor (2003) teve como base imagens de NDVI recolhidas periodicamente por satélite durante o ciclo vegetativo de 2001, que foram comparadas com medições do índice de área foliar efectuadas na vinha durante o mesmo período. Verificou-se que estas duas variáveis estavam fortemente relacionadas em seis blocos da vinha, ao longo das quatro observações. A possibilidade de se transformarem os mapas de NDVI em unidades de LAI significa uma importante redução nos custos de monitorização do LAI.

Num trabalho de Johnson *et al.* (2001), as imagens de NDVI foram usadas para definir três tipos de zonas dentro da parcela em estudo: de baixo, médio e elevado vigor. Foram feitas medições no campo segundo essa zonagem, que incluíram a avaliação do coberto vegetal, da fisiologia da videira (potencial hídrico foliar, teor em clorofila) e da bioquímica do fruto. As uvas de cada tipo de zona foram fermentadas em separado e os vinhos foram avaliados (Quadro 2). Os resultados obtidos revelam que, num mapa de NDVI, as manchas da vinha com maior valor deste índice de vegetação coincidem com zonas de maior vigor (maior peso de lenha de poda e menor transmitância através do coberto vegetal), e as zonas com menor valor de NDVI com

zonas de menor vigor (Quadro 1). Além disso, as análises ao mosto mostraram que as uvas provenientes das zonas de baixo e de elevado vigor eram claramente diferentes e esta zonagem da vinha permitiu que se produzisse, pela primeira vez naquela parcela, um vinho Reserva de qualidade (Quadro 3). Com a 'segmentação da vindima' de acordo com as variações de vigor encontradas na vinha conseguem-se produzir lotes de vinho provenientes unicamente de uma zona da vinha, o que dá ao enólogo muito mais flexibilidade no processo de constituição do lote final.

Quadro 1. Medições na vinha, segundo a zonagem considerada (Retirado de Johnson *et al.*, 2001).

Variable	Vigor ^[a]	Mean (std. dev.) ^[b]	Sample Size
Pruning wt (kg)	L	0.65 (0.40)*	20
	M	0.79 (0.21)	5
	H	1.13 (0.48)*	10
Number of shoots	L	13.5 (2.5)**	20
	M	14.4 (1.7)	5
	H	14.3 (2.1)	10
Canopy transmittance (%)	L	39.9 (26.7)**	20
	M	11.5 (13.4)	5
	H	12.1 (11.3)	10
Leaf water potential (Mpa)	L	-1.2 (0.15)**	36
	M	-1.0 (0.1)*	9
	H	-0.9 (0.12)**	18
Chlorophyll conc. (unitless)	L	40.8 (2.8)	20
	M	39.3 (4.1)	5
	H	42.5 (3.8)	10

[a] L = low; m = moderate; H = high

[b] *mean significantly different at .05 level,

**mean significantly different at .01 level, according to *a posteriori* F-test (Sokal and Rohlf, 1973).

Quadro 2. Prova de diferença dos vinhos provenientes dos três tipos de zonas da vinha; painel de prova constituído por 15 provadores (Retirado de Johnson *et al.*, 2001).

Zone Comparison	Different?	Significance Level ^[a]
Low vs. Moderate	yes	p < .05
Low vs. High	yes	p < .10
Moderate vs. High	no	

[a] Significance level gives probability, based on panel size, that wines from different zones are the same.

Quadro 3. Categorias em que se inserem os vinhos das diferentes zonas da vinha, segundo a opinião do enólogo (Retirado de Johnson *et al.*, 2001).

Zone	Program ^[a]
Low	Reserve
Moderate	Reserve
High	District

[a] "Reserve" is the highest quality and value designation.

No estudo de Stamatiadis *et al.* (2006), a reflectância do coberto da vinha (recolhida na forma de valor de NDVI por sensores multiespectrais montados num tractor) foi comparada com o peso da lenha de poda e com o teor em fenóis, antocianinas e açúcar das uvas observados durante dois ciclos vegetativos. A reflectância do coberto determinada pelos sensores revelou-se indicativa das variações espaciais de produção de biomassa existentes nas duas vinhas estudadas. Numa das vinhas, foi encontrada uma significativa relação de ordem inversa entre a reflectância do coberto e o teor em antocianinas das uvas, o que implica uma relação também de ordem inversa entre produção de biomassa e coloração das uvas. Estes resultados demonstram o potencial da utilização da detecção remota na optimização da produção, no aumento da qualidade do vinho e na redução da aplicação de factores de produção (químicos, em especial).

Data de aquisição da imagem de NDVI

"Saber quando adquirir a imagem é tao importante como conhecer as ferramentas a usar e protocolos a seguir." (Bramley *et al.*, 2006)

No trabalho de Lamb *et al.* (2004), as imagens de NDVI foram captadas em seis momentos após o abrolhamento, e os valores de NDVI obtidos foram comparados com medições de produtividade feitas na vinha e análises à concentração do mosto em antocianinas e fenóis totais antes da vindima. Foi calculada a co-relação existente entre o valor de NDVI e as determinações efectuadas, ao longo do ciclo vegetativo. Concluiu-se que as maiores co-relações (positivas ou negativas) encontradas coincidem com a altura do pintor, com uma 'janela' de aproximadamente duas a três semanas, sendo que a produtividade se relaciona directamente com o valor de NDVI e a cor e fenóis totais se relacionam de forma inversa com este índice. É aconselhável que a imagem seja adquirida antes do aparecimento das netas.

Lamb *et al.*, em 2003, demonstraram que a melhor altura do ciclo vegetativo para se obterem mapas de NDVI com o objectivo de prever variações na cor e composição fenólica das uvas à

vindima é o pintor (mais ou menos duas semanas); Hall, em 2003, indica a floração como a melhor época para prever variações de produtividade no ano seguinte (retirado de Bramley & Lamb, 2003).

1.2.1.3. Outras aplicações das imagens de detecção remota

Em Suárez *et al.* (2009), é apresentada uma metodologia para avaliação da qualidade dos frutos em culturas sujeitas a diferentes regimes de rega. Para monitorizar a temperatura na do coberto e o índice de reflectância fotoquímico (PRI – *Photochemical Reflectance Index*) em três pomares (pêssegos, nectarinas e laranja), foram usadas imagens aéreas multiespectrais de alta resolução e imagens aéreas térmicas. As diferentes estratégias de rega aplicadas contribuíam para a existência de uma elevada variabilidade da qualidade do fruto na altura da colheita. Então, para cada zona do estudo, monitorizou-se o teor de água por árvore através do potencial hídrico do tronco. Foram também recolhidas amostras de folhas, com o objectivo de encontrar a relação entre o estado de epoxidação da xantofila (EPS) e o índice de reflectância fotoquímico (PRI) determinados nas folhas e o índice de vegetação determinado através da fotografia aérea. Para caracterização da qualidade dos frutos, foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total na altura da colheita. Os resultados demonstraram que um indicador fisiológico de detecção remota relacionado com a fotossíntese (como o PRI) é mais apropriado para determinar a qualidade dos frutos do que a medição da temperatura no coberto. A análise dos resultados mostrou também o importante efeito do solo e das sombras na relação entre o PRI e o EPS.

O objectivo do trabalho de Panda *et al.* (2009) foi aplicar as técnicas de processamento de imagens multiespectrais de alta resolução para distinguir plantas de mirtilo da vegetação envolvente. Os resultados mostraram que esta técnica pode ser usada para distinguir arbustos de mirtilo adultos da restante vegetação da floresta. O estudo sugere também que se pode usar esta técnica na gestão de pomares de mirtilo de larga escala.

Stehman & Milliken (2007) referem que no vale do rio Colorado são usadas classificações das culturas obtidas através de detecção remota para estimar a evapotranspiração das culturas numa região e assim monitorizar a água consumida e gerir a actividade agrícola.

Segundo Lu (2008), o mercado exige produtos alimentares mais seguros e de maior qualidade e, por isso, é necessário adoptar técnicas rápidas e não destrutivas de avaliação da qualidade dos frutos frescos. A captação de imagens é normalmente usada para quantificar as características externas do produto (tamanho, forma, cor). No entanto, as imagens

convencionais são inadequadas para quantificar os constituintes químicos ou os atributos internos de qualidade dos frutos. Por outro lado, se se usar a espectroscopia é possível quantificar a reflectância e transmitância a comprimentos e onda específicos, e muitos constituintes químicos só são sensíveis a comprimentos de onda específicos. As imagens que compreendem a banda do visível e do infravermelho próximo (comprimento de onda entre 400 e 2500 nm) são uma importante técnica não destrutiva de avaliação da constituição química e qualidade de muitos produtos alimentares agrícolas. Esta técnica é usada para fazer a triagem de produtos de acordo com os seus atributos de qualidade internos (por exemplo, o teor em sólidos solúveis).

Em Nicolai *et al.* (2007) é dada uma visão geral da utilização de imagens de infravermelho próximo na determinação de atributos de qualidade em produtos hortícolas. Esta técnica não destrutiva permite quantificar o teor de sólidos solúveis dos frutos, mas também a sua textura, teor de matéria seca, acidez ou anomalias existentes nos frutos e legumes.

1.3. Características da uva à vindima

Uma vez que o objectivo da aquisição de imagens de detecção remota (NDVI) da vinha próximo do pintor é prever variações na 'qualidade' da uva à vindima, interessa rever quais os principais fenómenos envolvidos na maturação das uvas e suas consequências no produto final – vinho.

1.3.1. Composição fenólica

Este grupo de compostos é dos mais importantes na qualidade das uvas e do vinho. Além disso, uma vez que o índice NDVI permite diferenciar parcelas da vinha quanto ao vigor, permite também que se afira sobre a rapidez com que essas parcelas vão atingir o estado de maturação, sendo que a constituição fenólica dos bagos é um dos principais indicadores do estado de maturação das uvas. Para além disto, a segmentação da vindima que se fez neste trabalho tem como principal objectivo a produção de duas categorias de vinho, que se distingam segundo estes parâmetros e, conseqüentemente, se distingam no seu potencial de envelhecimento.

A quantidade e qualidade dos compostos fenólicos presentes nas uvas estão directamente relacionadas com a casta, o *terroir*, o estado de maturação e sanitário das uvas, etc. (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

Sabe-se que as práticas culturais que aumentam o vigor da videira (fertilização, porta-enxerto, poda, etc.) provocam um atraso na maturação das uvas e os compostos fenólicos são as primeiras substâncias afectadas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

Há três factores que têm um papel essencial no processo de maturação das uvas: luz, calor e disponibilidade de água; estes factores afectam o crescimento da videira e a sua actividade metabólica, sendo a sua acção bem conhecida. Além disso, actuam directamente sobre os metabolismos que ocorrem nas uvas e isso reflecte-se em alterações na sua composição química. (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006)

Os taninos atingem a máxima concentração nas grainhas antes do pintor, seguindo-se uma redução acentuada dessa concentração até a um valor relativamente estável que corresponde à maturação das grainhas (Figura 5). A acumulação de antocianinas na película inicia-se cerca de duas semanas antes da cor ser visível, aumenta durante a maturação até atingir um máximo (como no caso dos taninos) e geralmente decresce ainda durante a maturação. Este perfil de evolução da concentração em antocianinas na película parece estar associado à acumulação de açúcares no bago, mas ainda não foi encontrada nenhuma relação. (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006)

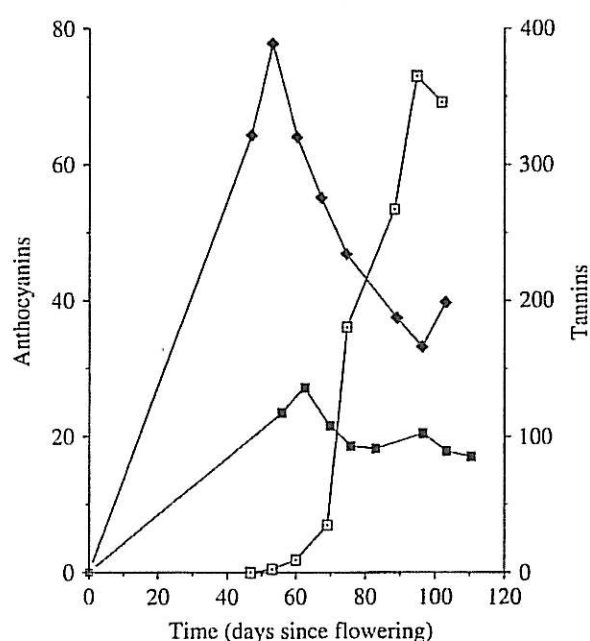


Figura 5. Evolução dos compostos fenólicos durante a maturação (resultados expressos em mg/g do peso seco); □ antocianinas da película, ♦ taninos da película, | taninos da grainha. (Fonte original: Darné, 1991; retirado de Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006)

A ausência de relação entre a intensidade da cor e a concentração de antocianinas livres determinada no vinho despertou a atenção de muitos investigadores. Ao pH do vinho e a uma concentração de SO_2 de 20 mg.L^{-1} , apenas 15% das formas livres se encontram coradas. Com base nos trabalhos de Somers em 1971, as formas livres, que constituem a totalidade dos pigmentos da uva, são gradualmente substituídas por formas coradas poliméricas, contribuindo estas últimas para 50% da cor de um vinho com um ano e para 85% da cor num vinho de dez anos. Assim, se se excluirmos os fenómenos de copigmentação (interacções moleculares entre antocianinas e outras moléculas), a cor do vinho deve-se, para além da presença de antocianinas livres, às combinações 'polifenóis-antocianinas', particularmente do tipo 'taninos-antocianinas' (Ribéreau-Gayon, 1982; Glories, 1978; citados por Flanzky, 1998). (Flanzky, 1998) Os compostos fenólicos, as antocianinas e os taninos em particular, são os principais constituintes dos vinhos implicados em fenómenos de oxidação, que se traduzem por alterações de cor (acastanhamento) e por uma evolução do gosto (perda ou aumento da adstringência). Ao longo do envelhecimento de um vinho tinto assiste-se a uma diminuição de antocianinas monoméricas que depende tanto das condições de armazenamento como das características iniciais do vinho. (Cabrita et al., 2003)

A principal origem da cor vermelha dos vinhos é o seu teor em antocianinas. No entanto, as antocianinas livres não são particularmente estáveis, sendo a sua polimerização essencial para a estabilização da cor. (Jackson, 2008)

As antocianinas poliméricas formam-se através da ligação química entre taninos e antocianinas. Este processo ocorre nas uvas e progride ao longo da sua maturação

Nos bagos das uvas tintas, as antocianinas encontram-se principalmente na forma de complexos, consigo mesmas ou com outros compostos. Os conglomerados de antocianinas são formados por processos como a auto-associação e a copigmentação (Somers e Vérrete em 1988 e Mistry *et al.* em 1991, citados por Jackson, 2008). Os dois tipos de complexos aumentam significativamente a intensidade de cor e podem alterar a tonalidade; a auto-associação parece ser particularmente importante na coloração das uvas, enquanto a copigmentação é mais importante para a coloração púrpura dos vinhos tintos jovens (Jackson, 2008).

Nos vinhos jovens, as antocianinas encontram-se, normalmente, num equilíbrio dinâmico entre cinco estados moleculares (Figura 6), sendo que num deles estão ligadas ao dióxido de enxofre e nos restantes quatro se encontram na forma livre. Muitas formas são incolores ao pH típico do vinho. A cor vermelha provém da pequena proporção de antocianinas que se

encontram no estado flavílio, sendo que essa proporção depende do pH (valores baixos aumentam a concentração do estado flavílio) e do teor em dióxido de enxofre livre do vinho. No entanto, o factor que mais influência tem na intensidade de cor dos vinhos tintos jovens não é o pH, mas sim o teor de dióxido de enxofre, uma vez que este é um agente descorante das antocianinas (reacção reversível). (Jackson, 2008)

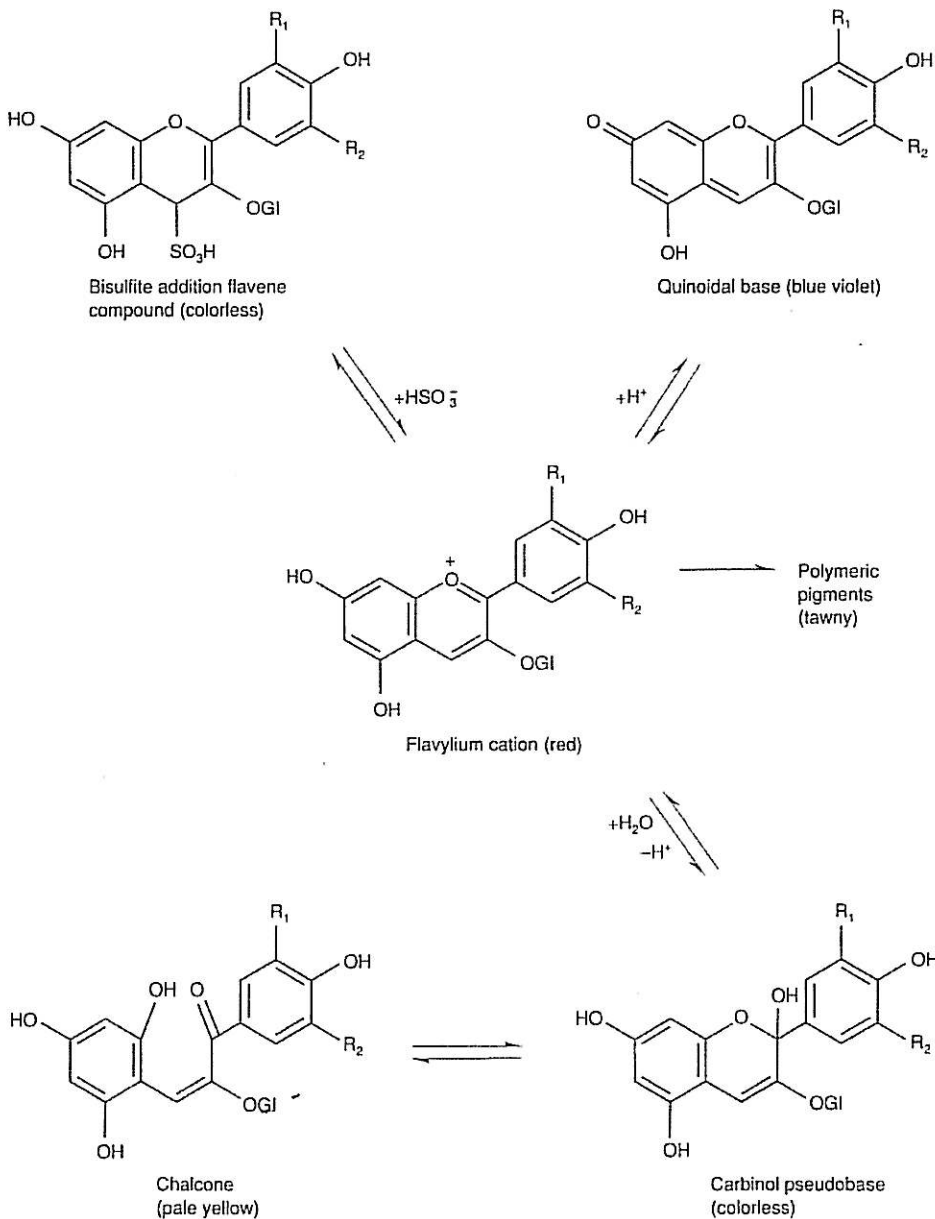


Figura 6. Equilíbrio entre as várias formas de antocianinas no vinho. Gl – glucose. (Retirado de Jackson, 2008)

II. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do ensaio

O ensaio decorreu na Herdade do Arrepiado Velho, propriedade privada situada no concelho de Sousel, distrito de Portalegre. Os vinhos produzidos enquadram-se na Indicação Geográfica Protegida "Alentejano".

O objecto de estudo deste trabalho foi uma vinha com cerca de 13 ha, onde estão plantadas as castas Syrah e Touriga Nacional.

2.2. Obtenção dos mapas de NDVI

As imagens aéreas de NDVI foram captadas a partir de um pequeno avião tripulado, duas semanas antes do pintor, no dia 10 de Julho de 2008, pela *UAVision* (Anexo I).

A época escolhida para a obtenção da imagem prende-se com o que se pretende observar: uma vez que o NDVI é um índice de vegetação que está relacionado com o teor de água contido nas células das folhas e, conseqüentemente, com o vigor das videiras, a imagem captada próximo da altura do pintor revela a existência de zonas que já se encontram em paragem de crescimento (menor valor de NDVI) e, por isso, a sua maturação deverá ser mais precoce.

2.3. Controlo da maturação

Foram feitas três recolhas de bagos, durante a maturação das uvas: dias 28 de Agosto, 10 e 15 de Setembro. Recolheram-se amostras de 200 bagos, colhidos aleatoriamente de cada *sub-parcela*. Estas *sub-parcelas* foram definidas pela observação dos mapas de NDVI e identificação visual de zonas mais ou menos homogéneas segundo este parâmetro (Figuras 7 a 10), com o objectivo de estudar a relação entre o valor de NDVI e as características físico-químicas das uvas.

As análises aos bagos foram feitas no Laboratório de Enologia da Universidade de Évora (Anexo II). Essas análises contemplaram os seguintes parâmetros: peso de 200 bagos, volume de mosto obtido, grau Brix, teor alcoólico provável, acidez total, pH, antocianinas totais e índice de polifenóis totais (IPT).

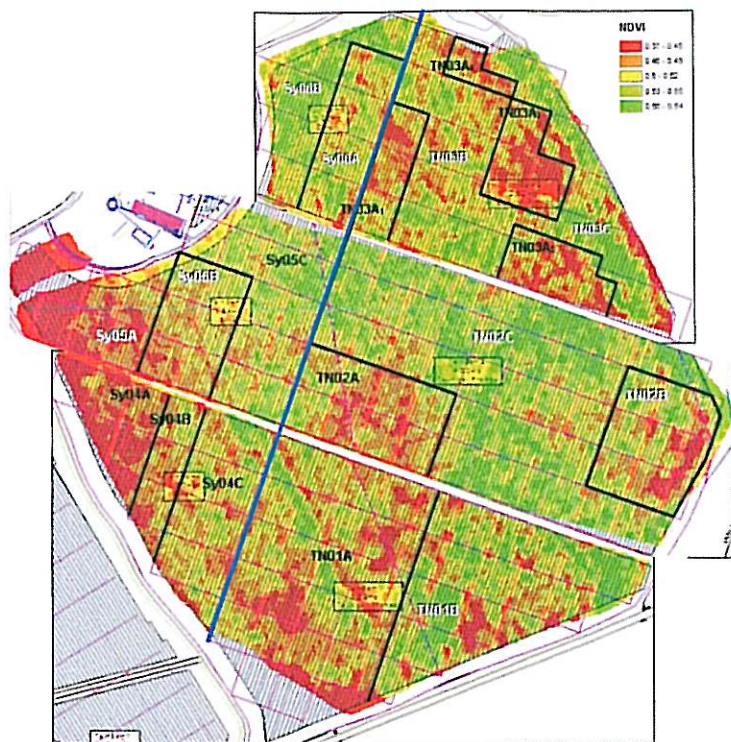


Figura 7. Mapa de NDVI duas semanas antes do pintor; aspecto geral da vinha e subdivisão dos talhões (Anexo I.4).

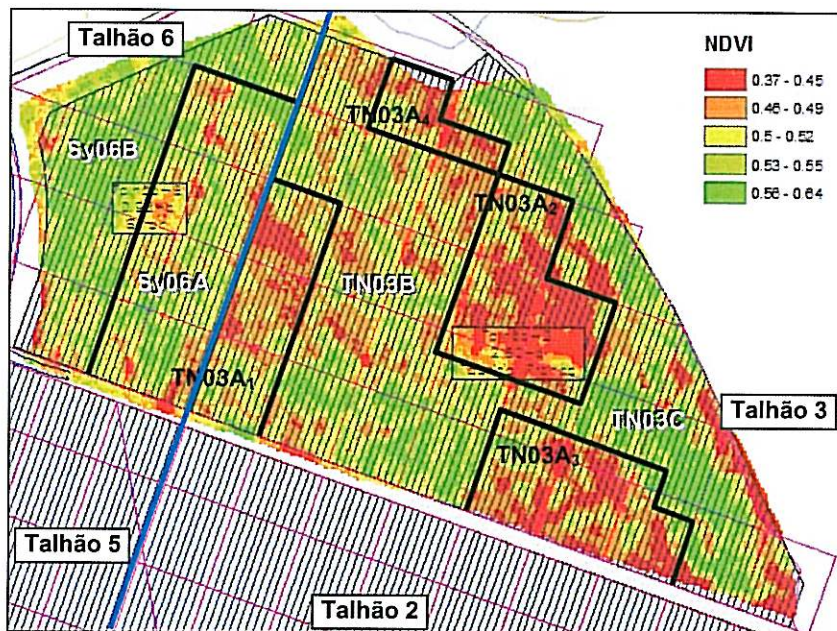


Figura 8. Divisão dos Talhões 6 (Syrah) e 3 (Touriga Nacional) em *sub-parcelas*, segundo a observação do mapa de NDVI próximo do pintor; identificação das *sub-parcelas*: a preto – *sub-parcelas* vindimadas para o vinho A, a branco – *sub-parcelas* vindimadas para o vinho B.

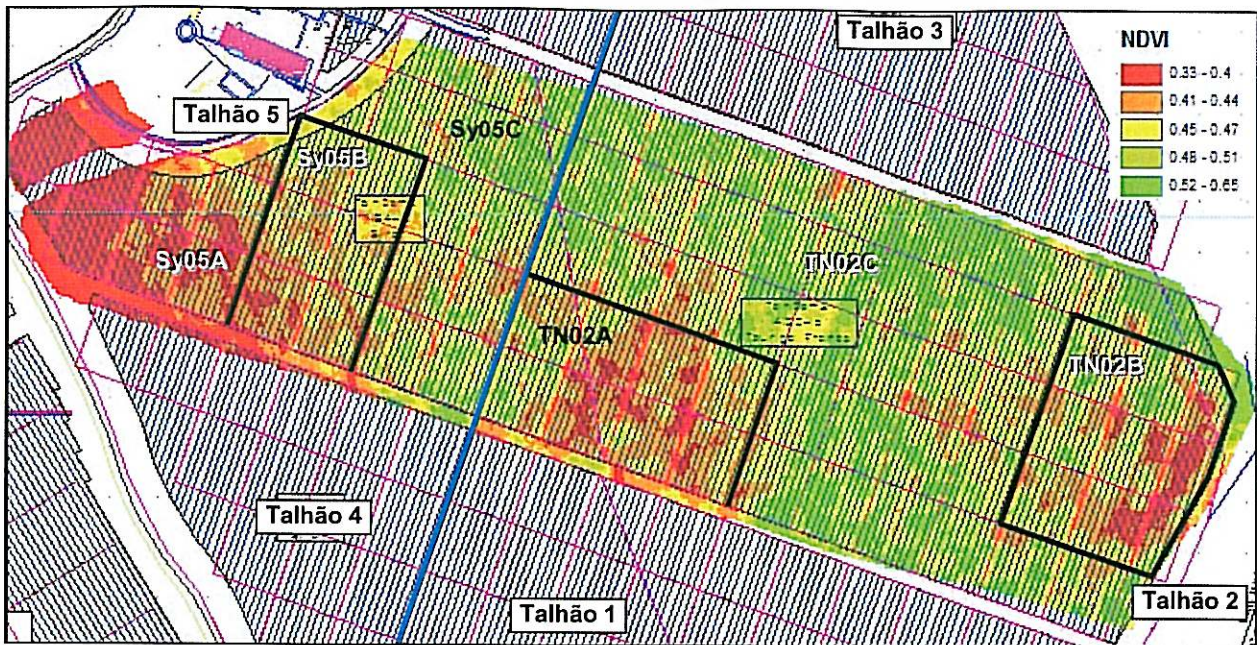


Figura 9. Divisão dos Talhões 5 (Syrah) e 2 (Touriga Nacional) em *sub-parcelas*, segundo a observação do mapa de NDVI próximo do pintor; identificação das *sub-parcelas*: a preto – *sub-parcelas* vindimadas para o vinho A, a branco – *sub-parcelas* vindimadas para o vinho B.

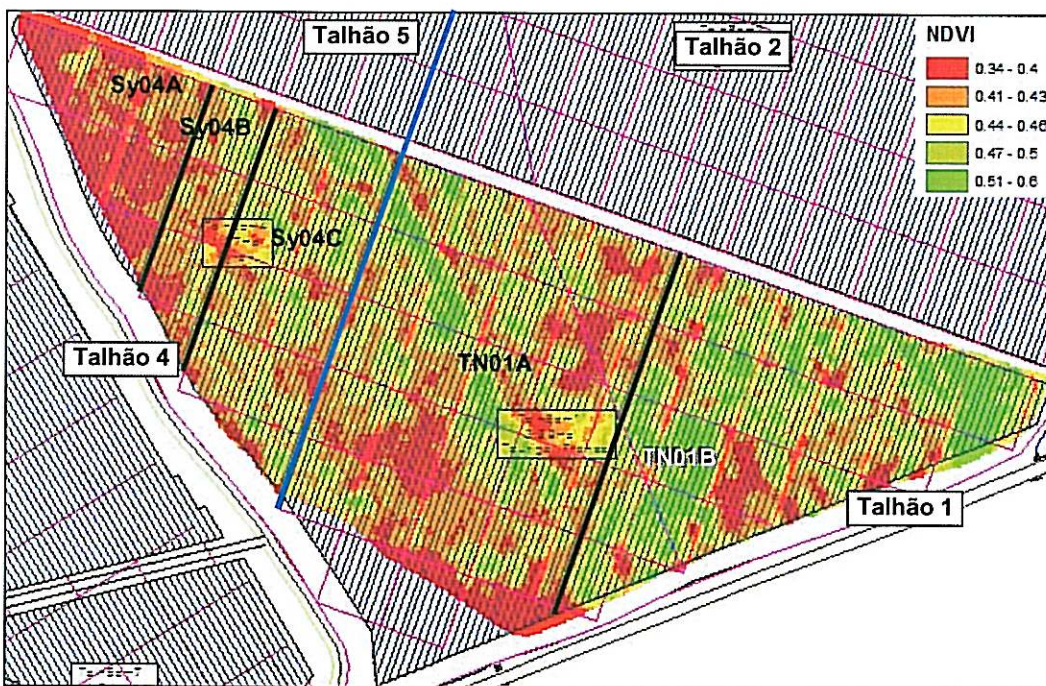


Figura 10. Divisão dos Talhões 4 (Syrah) e 1 (Touriga Nacional) em *sub-parcelas*, segundo a observação do mapa de NDVI próximo do pintor; identificação das *sub-parcelas*: a preto – *sub-parcelas* vindimadas para o vinho A, a branco – *sub-parcela* vindimada para o vinho B.

2.4. Vindima e vinificação

Destinaram-se as uvas provenientes das *sub-parcelas* previamente delimitadas na vinha aos Vinhos A e B (de Syrah e de Touriga Nacional), da seguinte forma:

Quadro 4. Vinho a que se destinou cada uma das *sub-parcelas* delimitadas na vinha, respectivo valor de NDVI e área.

Vinho	<i>Sub-parcelas</i> da vinha que integraram o lote	Área (m ²)	Valor médio de NDVI
Sy A	Sy04A	3340	0,40 ±0,024
	Sy04B	2467	0,43 ±0,023
	Sy04C	6161	0,45 ±0,029
	Sy05C	8787	0,47 ±0,031
	Total	20754	0,45
Sy B	Sy05A*	4250	0,39* ±0,029
	Sy05B	4535	0,44 ±0,027
	Sy06A	4630	0,51 ±0,033
	Sy06B	4317	0,54 ±0,031
	Total	17732	0,47
TN A	TN01A	16966	0,44 ±0,032
	TN02A	6285	0,43 ±0,032
	TN03A ₁	2336	0,48 ±0,032
	TN03A ₂	3016	0,47 ±0,035
	TN03A ₃	2591	0,48 ±0,039
	TN03A ₄	690	0,47 ±0,031
	Total	31884	0,45
TN B	TN01B	12400	0,46 ±0,040
	TN02B	6009	0,45 ±0,039
	TN02C**	25364	0,49 ±0,035
	TN03B	8846	0,51 ±0,030
	TN03C	5674	0,52 ±0,047
	Total	58293	0,48

* As uvas desta *sub-parcela* entraram para o vinho B, apesar do seu valor médio de NDVI ser o mais baixo, pois na última recolha de bagos o seu teor em antocianinas totais não era dos mais elevados.

Como é possível verificar no Quadro 4, os conjuntos de *sub-parcelas* vindimadas para os vinhos A apresentavam efectivamente um valor médio de NDVI ligeiramente inferior aos conjuntos vindimados para os vinhos B.

A vindima da casta Syrah foi feita nos dias 19 e 20 de Setembro (dia 19: *sub-parcelas* destinadas ao vinho Sy A; dia 20: *sub-parcelas* destinadas ao vinho Sy B). A casta Touriga Nacional foi vindimada nos dias 22 e 24 de Setembro (dia 22: *sub-parcelas* destinadas ao vinho TN B; dia 24: *sub-parcelas* destinadas ao vinho TN A).

A vindima foi feita manualmente, para caixas de 25 Kg, que eram posteriormente despejadas para palotes de 400 Kg de capacidade. Os palotes chegavam à adega e eram despejados para um tapete de escolha, as uvas foram totalmente desengaçadas e a fermentação fez-se em lagares de inox de 10000 L de capacidade. Fizeram-se duas remontagens por dia, sem arejamento até ao arranque da fermentação (sem adição de leveduras) e com arejamento durante a fermentação.

Durante a fermentação vinária dos quatro vinhos, foram efectuados dois registos diários de densidade e temperatura. A temperatura de fermentação não sofreu grandes oscilações em nenhum dos depósitos, mantendo-se perto dos 20 °C (Anexo III – diagramas de fermentação). O número total de dias de contacto com as massas foi ligeiramente distinto nos quatro vinhos, uma vez que os vinhos estudados integram lotes dos vinhos produzidos na adega e, por isso, a decisão da data de desencuba (e tempo de maceração pós-fermentativa) prendeu-se com as características sensoriais pretendidas para os vinhos.

Na altura da desencuba de cada vinho, recolheu-se uma amostra para um garrafão de 5 litros e encheu-se uma barrica (quatro barricas da mesma tanoaria, tipo de madeira e de tosta).

2.5. Análises aos vinhos

2.5.1. Análise química (composição fenólica)

As análises aos vinhos foram realizadas no Departamento de Agro-Indústrias e Agronomia Tropical do Instituto Superior de Agronomia, em Abril de 2009.

Analisaram-se, para cada casta, as quatro modalidades de vinhos: vinhos A e B não envelhecidos em barrica, e vinhos A e B envelhecidos em barrica (cerca de 6 meses). A decisão de analisar o comportamento dos vinhos provenientes de diferentes zonas da vinha após a passagem por barrica prendeu-se com o facto de que os vinhos produzidos na adega são todos sujeitos a este tipo de envelhecimento, sendo que interessa avaliar se as diferenças entre os dois tipos de vinhos prevalecem após este procedimento.

Não são apresentados os valores de pH e acidez total encontrados nos vinhos, uma vez que se fizeram correcções de acidez ao mosto e, por isso, não é possível estabelecer a comparação entre os valores destes parâmetros que tinham sido encontrados nas uvas e os que se encontram nos vinhos.

Para cada uma das medições efectuadas no espectrofotómetro, fizeram-se duas leituras da absorvância dada pelo aparelho (Anexo IV).

Caracterização da cor:

- A intensidade da cor foi determinada pela soma das absorvâncias a 420, 520 e 620 nm (Glories, 1984) da amostra de vinho centrifugada, por se tratar de vinho tinto;
- A tonalidade é o quociente entre as absorvâncias a 420 e a 520 nm.

Fenóis totais = $A_{280} - 4$ (Somers & Evans, 1977)

O teor em antocianinas totais foi calculado segundo o método de Somers (1971), que relaciona as antocianinas totais com a diferença entre as absorvâncias a 520 nm da amostra em meio ácido, antes e depois de ser descorada com o ião bissulfito. Através deste procedimento, obtém-se a quantidade de antocianinas que podem ser descoradas pelo ião bissulfito, independentemente de estas estarem na forma corada ou incolor ao pH do vinho.

Antocianinas totais (mg/L) = $20 \times (A_{520\text{HCl}} - 5/3 \times A_{520\text{SO}_2})$

As antocianinas coradas são aquelas que, ao pH do vinho, apresentam cor vermelha. Para a sua determinação, seguiu-se o método de Somers & Evans (1977), em que este parâmetro é calculado pela diferença entre as absorvâncias a 520 nm da amostra de vinho antes e depois de ser descorada pelo ião bissulfito.

Antocianinas coradas (mg/L) = $20 \times (A_{520} - A_{520\text{SO}_2})$

Os pigmentos totais foram quantificados pelo método de Somers & Evans (1977), que consiste em acidificar a amostra com HCl até um pH inferior a 1 (condições em que quase todos os pigmentos se encontram na forma corada) e fazer a leitura da absorvância a 520 nm.

Pigmentos totais = $A_{520\text{HCl}}$

Os pigmentos poliméricos foram determinados pelo método proposto por Somers (1971), que parte do princípio que o ião bissulfito não descora os pigmentos poliméricos. Foi medida a absorvância a 520 nm, em presença do ião bissulfito.

Pigmentos poliméricos = $A_{520\text{SO}_2}$

O índice de polimerização é uma percentagem que representa a proporção da cor do vinho que é devida à presença dos pigmentos poliméricos.

$$\text{Índice de polimerização (\%)} = (A_{520}\text{SO}_2/A_{520}\text{HCl}) \times 100$$

2.5.2. Análise sensorial

A prova dos quatro vinhos (Sy A, Sy B, TN A e TN B) não envelhecidos em barrica foi feita na sala de prova do Departamento de Agro-Indústrias e Agronomia Tropical do Instituto Superior de Agronomia, no dia 29 de Outubro de 2009, por um painel constituído por 12 provadores. Os quatro vinhos foram distribuídos em simultâneo, codificados com códigos de três algarismos. A ficha de prova entregue encontra-se em anexo (Anexo V) e o seu preenchimento consistia na atribuição de um valor entre 1 e 5 para cada atributo. Os resultados foram estudados segundo a análise em componentes principais.

2.6. Análise estatística dos resultados

Os resultados da última análise aos bagos efectuada foram estudados através da análise em componentes principais e da análise de *clusters*, com o objectivo de verificar se o agrupamento de *sub-parcelas* efectuado segundo os parâmetros físico-químicos analisados está de acordo com a associação de *sub-parcelas* que tinha sido feita principalmente com base na observação da imagem aérea de NDVI.

Analizou-se também a co-relação entre o valor de NDVI médio das *sub-parcelas* delimitadas na vinha e os parâmetros físico-químicos analisados nas uvas.

Os resultados da análise química dos vinhos são apresentados (em gráficos ou tabelas) com o respectivo desvio-padrão assinalado.

Os resultados obtidos na prova dos vinhos também foram estudados pela análise em componentes principais, com o objectivo de verificar quais os atributos que permitem distinguir os vinhos produzidos.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Controlo da maturação

3.1.1. Teor Alcoólico Provável (TAP)

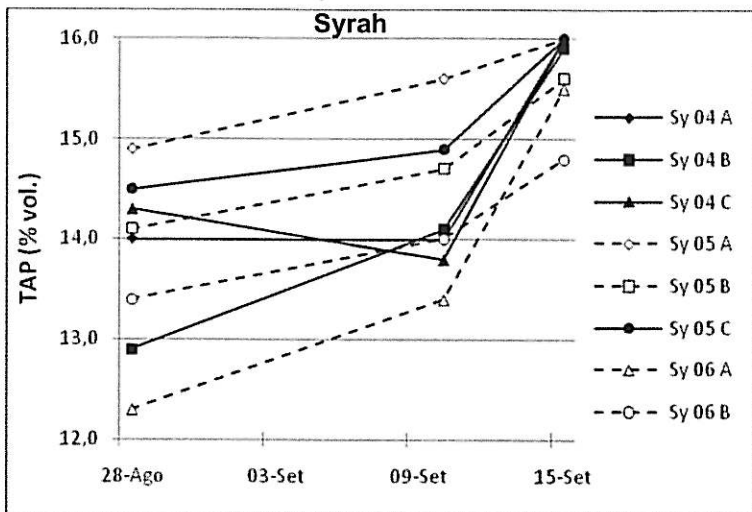


Figura 11. Evolução do TAP ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Syrah; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B.

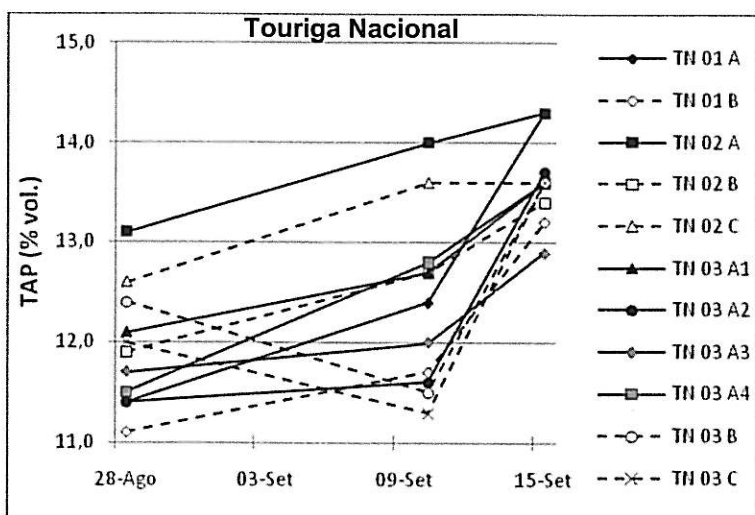


Figura 12. Evolução do TAP ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Touriga Nacional; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN B.

De um modo geral, a evolução do teor alcoólico provável (TAP) nas uvas foi crescente e gradual ao longo das três recolhas efectuadas.

Para a casta Syrah, as *sub-parcelas* que atingiram o maior valor de TAP (excepto a Sy05A) são parcelas que foram vindimadas para o vinho Sy A.

Na casta Touriga Nacional, a diferenciação entre as *sub-parcelas* que integraram cada vinho não é tão evidente, mas as duas *sub-parcelas* que atingiram maior valor de TAP (TN01A e TN02A) foram das escolhidas para ser vindimadas para o vinho TN A.

Em alguns casos verifica-se uma descida deste parâmetro da primeira para a segunda recolha de bagos, o que se deve provavelmente a um erro de amostragem.

3.1.2. Acidez Total

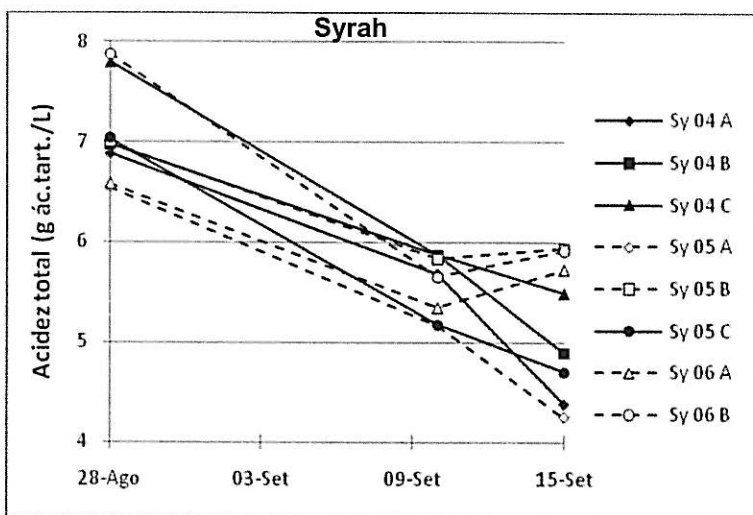


Figura 13. Evolução da acidez total ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Syrah; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B.

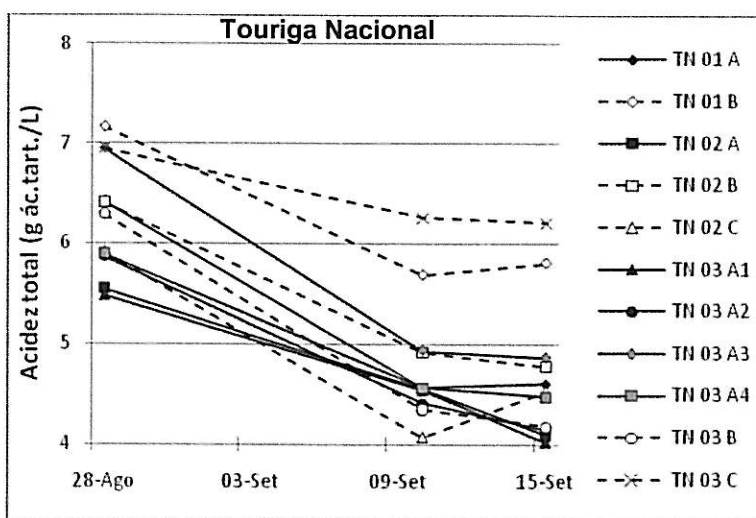


Figura 14. Evolução da acidez total ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Touriga Nacional; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN B.

A acidez total diminuiu de forma mais ou menos gradual em ambas as castas, ao longo da recolha de amostras. Verifica-se um ligeiro aumento deste parâmetro, em algumas amostras,

da segunda para a terceira recolha de bagos. Este comportamento pode ser explicado pelo fenómeno de concentração dos ácidos devido à desidratação do bago.

Para a casta Syrah, os valores da primeira amostragem situam-se entre 6 e 8 g ác.tart./L e na última amostragem entre 4 e 6 g ác.tart./L. Na última amostragem, o valor de acidez total da maior parte das *sub-parcelas* que foram vindimadas para o vinho Sy B é superior ao das parcelas vindimadas para o vinho Sy A.

Para a casta Touriga Nacional, a acidez total variava entre 5 e 7 g ác.tart./L na primeira amostragem e entre 4 e 6 g ác.tart./L na última amostragem efectuada, sendo que as *sub-parcelas* com acidez total mais elevada eram a TN01B e a TN03C, que integraram o lote de vinho TN B.

3.1.3. pH

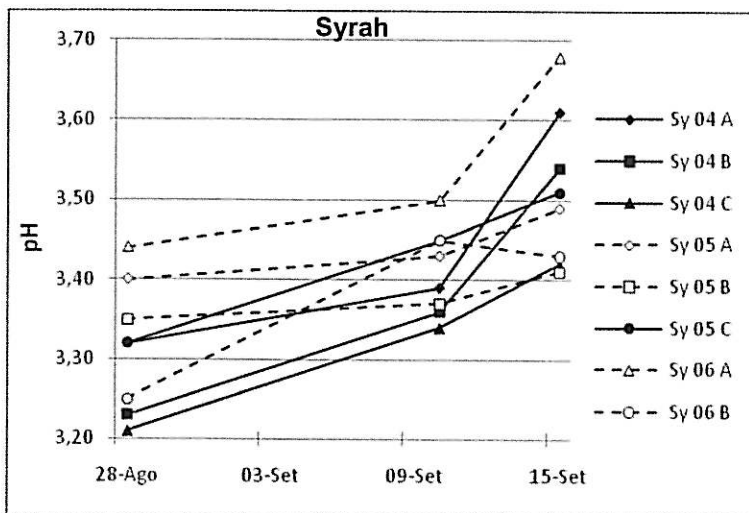


Figura 15. Evolução do pH ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Syrah; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B.

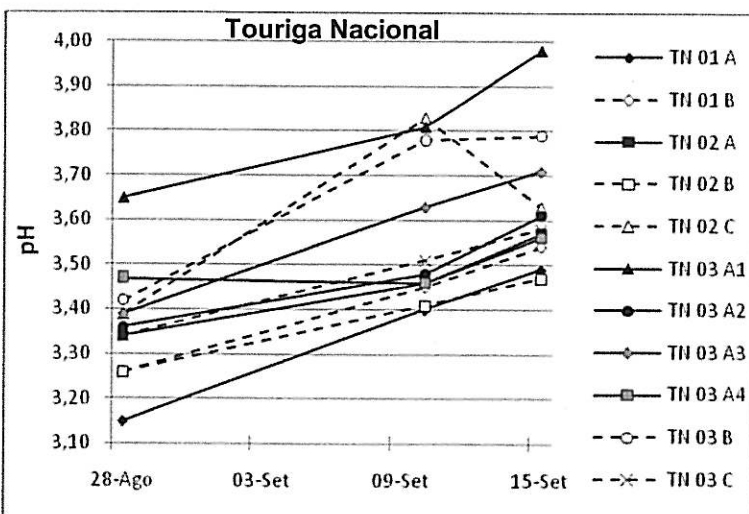


Figura 16. Evolução do pH ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Touriga Nacional; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN B.

Ao longo da maturação das uvas, o valor de pH vai aumentando à medida que a acidez total diminui, o que se deve à diminuição da concentração de ácidos no bago. Este fenómeno deve-se tanto à neutralização dos ácidos pelo aumento do teor em potássio e outros catiões no bago, como à conversão parcial do ácido málico em açúcares.

Na maioria das *sub-parcelas*, o aumento do valor de pH foi mais rápido da segunda para a terceira recolha de bagos do que da primeira para a segunda.

Em ambas as castas, a diferenciação de comportamento entre o conjunto das *sub-parcelas* da vinha destinadas aos Vinhos A e as destinadas aos Vinhos B não é evidente.

3.1.4. Antocianinas Totais

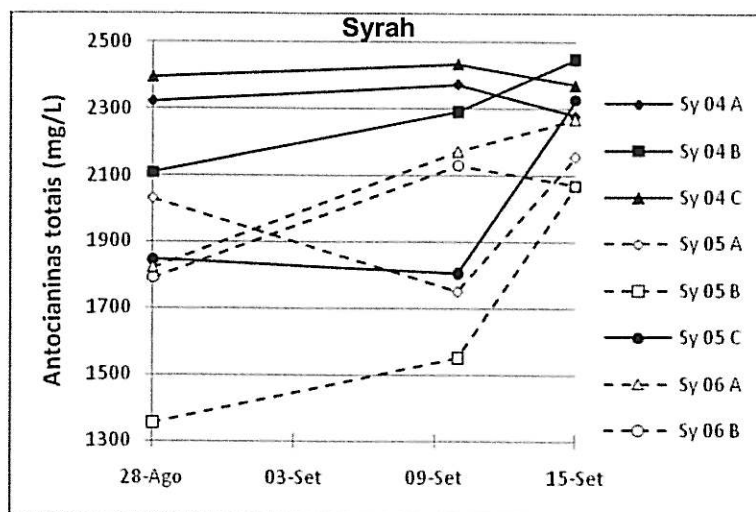


Figura 17. Evolução do teor em antocianinas totais ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Syrah; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B.

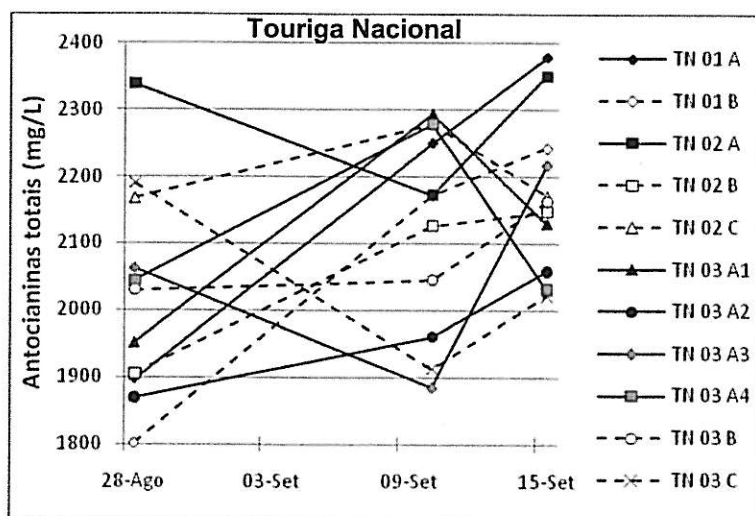


Figura 18. Evolução do teor em antocianinas totais ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Touriga Nacional; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN B.

Na maioria das *sub-parcelas*, o teor em antocianinas totais aumentou da primeira para a última recolha de bagos, sendo que nalguns casos seguiu a evolução mais comum deste parâmetro durante a maturação: aumento até dado ponto da maturação e ligeiro decréscimo no final desta.

Para a casta Syrah, a diferença deste indicador de qualidade das uvas entre as parcelas de vinha destinadas ao vinho Sy A e as destinadas ao vinho Sy B é evidente. No último registo deste parâmetro antes da vindima, as uvas destinadas ao vinho Sy A apresentavam teores entre 2200 e 2500 mg/L, enquanto que as uvas destinadas ao vinho Sy B apresentavam valores entre 2000 e 2300 mg/L. Também é possível observar que essa diferença era ainda mais acentuada na altura da primeira análise efectuada aos bagos.

Na casta Touriga Nacional, a diferenciação entre as parcelas destinadas aos dois vinhos não é tão evidente, mas duas das parcelas que foram vindimadas para o vinho TN A (TN01A e TN02A) apresentavam, na última amostragem, teores em antocianinas totais visivelmente superiores aos das restantes parcelas. A descida deste parâmetro que pode ser observada, nalguns casos, da primeira para a segunda amostragem pode ser explicada por possíveis erros na recolha da amostra de bagos.

3.1.5. Índice de Polifenóis Totais (IPT)

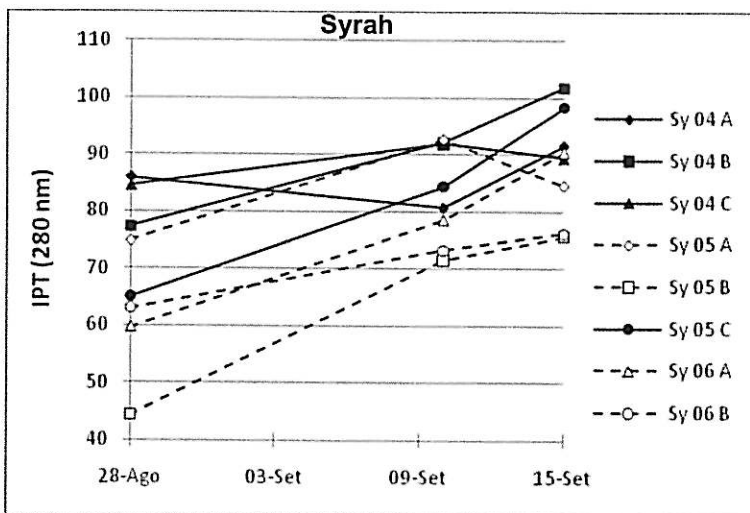


Figura 19. Evolução do IPT ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Syrah; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B.

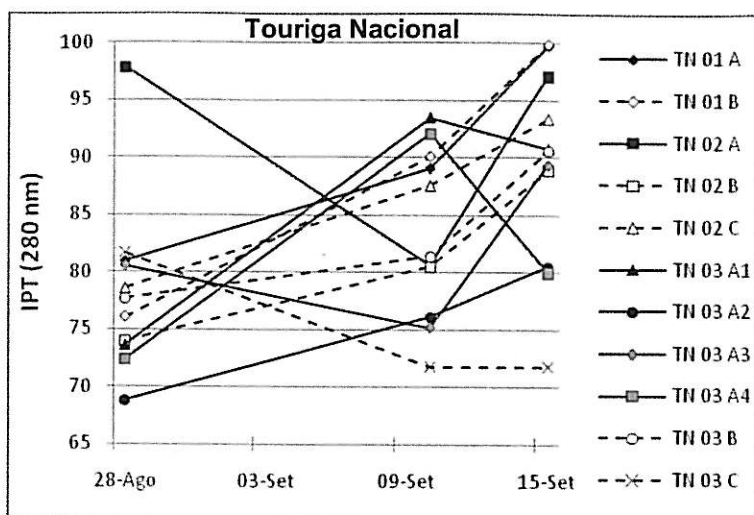


Figura 20. Evolução do IPT ao longo da maturação, nas *sub-parcelas* de Touriga Nacional; a cheio: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN A; a tracejado: *sub-parcelas* vindimadas para o vinho TN B.

De um modo geral, o índice de polifenóis totais (IPT) evoluiu de forma crescente durante a maturação das uvas.

Na casta Syrah, as uvas provenientes das *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy A apresentavam, na última recolha de bagos, um valor de IPT situado entre 90 e 100, valor superior ao das uvas provenientes das parcelas para o vinho Sy B (entre 70 e 90). Nas parcelas Sy04C e Sy05A o IPT decresceu da segunda para a terceira amostragem.

Na casta Touriga Nacional, os resultados obtidos parecem ser inclusivos quanto à diferenciação entre *sub-parcelas* e é difícil encontrar um padrão de evolução do IPT ao longo da maturação das uvas.

3.2. Características da uva à vindima

Quadro 5. Resultados da última análise aos bagos (15 de Setembro), nas *sub-parcelas* da casta Syrah; valor de NDVI próximo da altura do pintor.

	Sub-parcelas vindimadas para o vinho Sy A					Sub-parcelas vindimadas para o vinho Sy B				
	Sy04A	Sy04B	Sy04C	Sy05C	Total	Sy05A	Sy05B	Sy06A	Sy06B	Total
Peso/bago (g)	1,80	1,57	1,72	1,26	1,52	1,88	1,31	1,24	1,39	1,45
Rendimento (%)	53,0	56,6	51,6	53,3	53,1	60,2	59,0	51,7	58,4	57,2
TAP (% vol.)	> 16	15,9	> 16	> 16	> 16	> 16	15,6	15,5	14,8	15,5
Acidez total (g ác.tart./L)	4,39	4,90	5,49	4,71	4,91	4,25	5,94	5,73	5,92	5,48
pH	3,61	3,54	3,42	3,51	3,50	3,49	3,41	3,68	3,43	3,50
Antoc. totais (mg/L)	2280	2450	2371	2328	2348	2157	2069	2268	2070	2142
IPT (280 nm)	91,6	101,8	89,5	98,4	95,1	84,6	75,6	90,4	76,2	81,8
NDVI	0,40	0,43	0,45	0,47	0,45	0,39	0,44	0,51	0,54	0,47

Quadro 6. Resultados da última análise aos bagos (15 de Setembro), nas *sub-parcelas* da casta Touriga Nacional; valor de NDVI próximo da altura do pintor.

	Sub-parcelas vindimadas para o vinho TN A							Sub-parcelas vindimadas para o vinho TN B					
	TN01A	TN02A	TN03A ₁	TN03A ₂	TN03A ₃	TN03A ₄	Total	TN01B	TN02B	TN02C	TN03B	TN03C	Total
Peso/bago (g)	1,67	1,39	1,38	1,54	1,30	1,36	1,54	1,15	1,21	1,20	1,51	1,56	1,27
Rendimento (%)	57,0	60,9	61,6	60,9	58,3	62,6	58,7	58,3	61,9	56,1	59,7	62,4	58,3
TAP (% vol.)	14,3	14,3	13,6	13,7	12,9	13,6	14,1	13,2	13,4	13,6	13,6	13,6	13,5
Acidez total (g ác.tart./L)	4,61	4,09	4,02	4,14	4,87	4,48	4,44	5,81	4,78	4,53	4,18	6,21	4,94
pH	3,49	3,57	3,98	3,61	3,71	3,56	3,57	3,54	3,47	3,63	3,79	3,58	3,61
Antoc. totais (mg/L)	2379	2351	2130	2059	2217	2032	2304	2243	2148	2172	2163	2022	2169
IPT (280 nm)	99,8	97,1	90,8	80,5	89,4	80	95,5	99,9	88,9	93,4	90,6	71,8	91,8
NDVI	0,44	0,43	0,48	0,47	0,48	0,47	0,45	0,46	0,45	0,49	0,51	0,52	0,48

3.2.1. Análise em componentes principais e análise de *clusters*

Os dados obtidos no último controlo de maturação foram estudados através da análise em componentes principais e da análise de *clusters*, com o objectivo de verificar se a segmentação

da vindima efectuada segundo a observação do mapa de NDVI coincide com uma diferenciação das mesmas *sub-parcelas* ao nível da composição das uvas.

Os atributos dos bagos recolhidos no último controlo de maturação foram projectados no plano definido pelas componentes principais 1 e 2 (Figuras 21 e 24).

Para a casta Syrah (Quadro 7 e Figura 21), a variabilidade total dos dados é explicada em 78,25 % pelos dois eixos, sendo que a componente 1 (eixo definido essencialmente pela acidez total – semi-eixo positivo – e grau Brix, IPT e antocianinas totais – semi-eixo negativo) contribui com 45,42 % e a componente 2 (essencialmente pH – semi-eixo positivo – e volume de mosto obtido e peso do bago – semi-eixo negativo) com 32,83 %.

Quadro 7. Resultado da análise em componentes principais para as características físico-químicas das uvas da casta Syrah à vindima.

Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics (Syrah-Set) Active variables only				
	Valores Próprios	Variância total (%)	Somatório dos valores próprios	% Cumulativa de variação
1	3,633605	45,42006	3,633605	45,4201
2	2,626615	32,83268	6,260219	78,2527
3	0,833133	10,41417	7,093353	88,6669
4	0,506343	6,32929	7,599696	94,9962
5	0,325101	4,06376	7,924797	99,0600
6	0,074236	0,92795	7,999033	99,9879
7	0,000967	0,01209	8,000000	100,0000

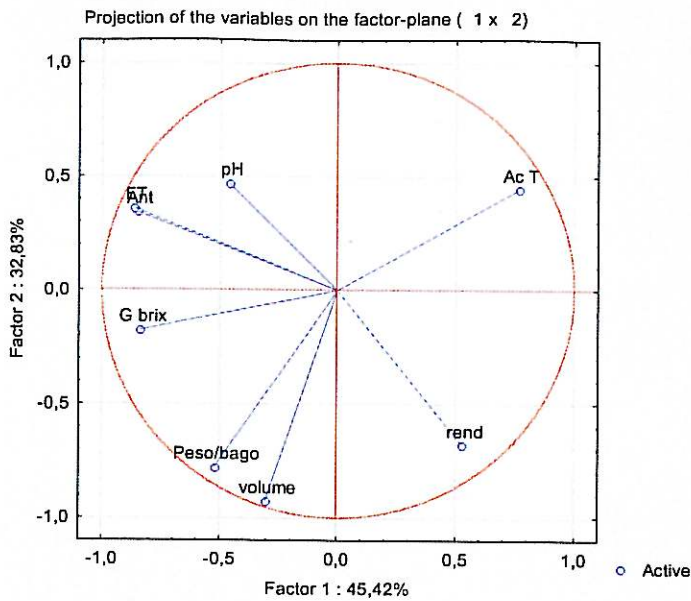


Figura 21. Projecção dos atributos segundo as duas componentes principais, para a casta Syrah, no último controlo de maturação.

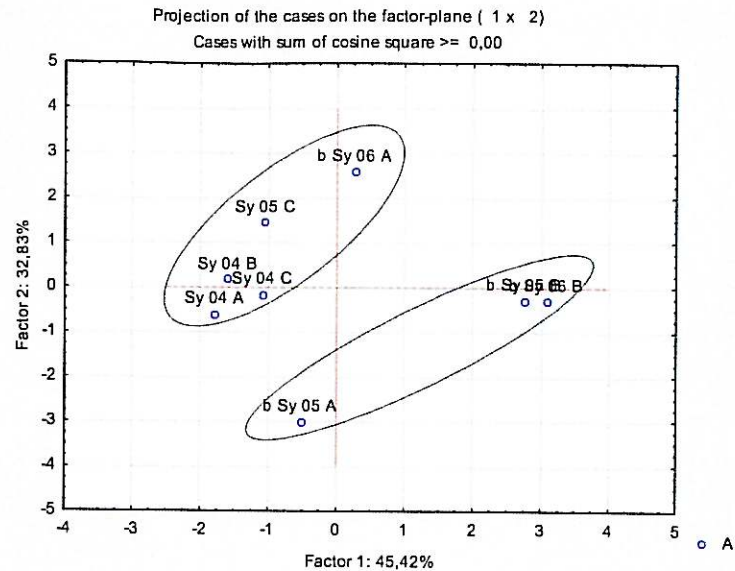


Figura 22. Projecção das *sub-parcelas* de Syrah segundo as duas componentes principais; estão assinalados os dois *clusters* identificados nessa análise (Figura 23).

Relacionando a posição de cada *sub-parcela* da casta Syrah com os dois eixos definidos (Figura 22), verifica-se que a maioria das *sub-parcelas* vindimadas para o vinho A se encontra no mesmo quadrante (segundo), distinguindo-se das outras essencialmente pelo grau Brix, IPT e teor em antocianinas totais mais elevados. As *sub-parcelas* vindimadas para o vinho Sy B encontram-se nos restantes quadrantes, diferenciando-se essencialmente por uma diferente acidez total, excepto a *sub-parcela* Sy05A, que se distingue por um rendimento mais elevado.

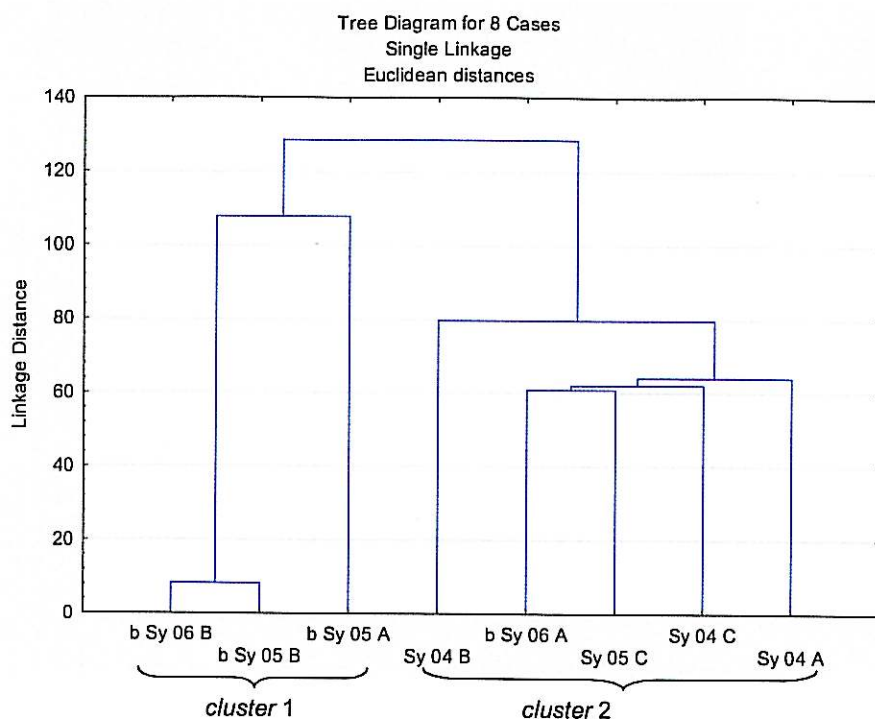


Figura 23. Resultado da análise de *clusters* para a casta Syrah, segundo os resultados do último controlo de maturação.

Através da observação do resultado da análise de *clusters* para a casta Syrah (Figura 23), confirma-se o que já tinha sido observado através da análise em componentes principais: as *sub-parcelas* associam-se em dois clusters do seguinte modo: *cluster 1* (Sy06B, Sy05Be Sy05A) e *cluster 2* (Sy04B, Sy06A, Sy05C, Sy04C e Sy04A). Do *cluster 1* fazem parte apenas *sub-parcelas* que foram vindimadas para o vinho Sy B; no *cluster 2* aparece a parcela Sy06A que, apesar de ter sido vindimada para o vinho Sy B, tem características que a associam ao *cluster 2*.

Na casta Touriga Nacional (Quadro 8 e Figura 24), as duas componentes principais explicam 66,75 % da variabilidade total dos dados, sendo que a componente 1 (rendimento e volume de mosto – semi-seixo positivo – e IPT – semi-eixo negativo) contribui com 36,72 % e a componente 2 (acidez total – semi-eixo positivo – e grau Brix – semi-eixo negativo) contribui com 30,03 %. Verifica-se que, nas duas castas, a variável ‘grau Brix’ está inversamente relacionada, e de forma significativa, com a variável ‘acidez total’.

Quadro 8. Resultado da análise em componentes principais para as características físico-químicas das uvas da casta Touriga Nacional à vindima.

Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics (Tour Nac-Set) Active variables only				
	Valores Próprios	Variância total (%)	Somatório dos valores próprios	% Cumulativa de variação
1	2,94	36,72	2,94	36,72
2	2,40	30,03	5,34	66,75
3	1,38	17,23	6,72	83,98
4	0,69	8,68	7,41	92,66
5	0,37	4,63	7,78	97,30
6	0,17	2,15	7,96	99,44
7	0,04	0,56	8,00	100,00

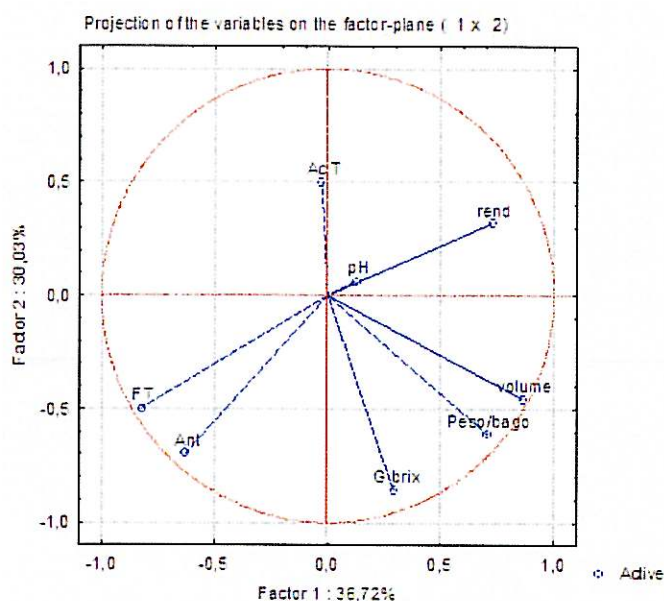


Figura 24. Projecção dos atributos segundo as duas componentes principais, para a casta Touriga Nacional, no último controlo de maturação.

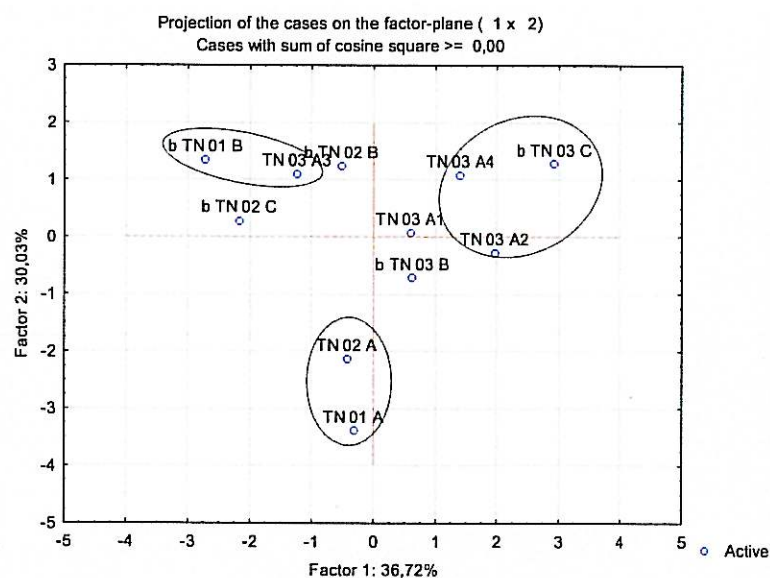


Figura 25. Projecção das *sub-parcelas* de Touriga Nacional segundo as duas componentes principais; estão assinalados três dos quatro *clusters* identificados nessa análise (Figura 26).

No caso da casta Touriga Nacional (Figura 25), verifica-se que a disposição das *sub-parcelas* é mais irregular, apresentando uma maior dispersão. Observam-se duas *sub-parcelas* que foram vindimadas para o vinho TN A (TN01A e TN02A) no terceiro quadrante e que se distinguem pelo grau Brix elevado e também quatro *sub-parcelas* que foram vindimadas para o vinho B (TN01B, TN02B, TN02C e TN03C) que se encontram no primeiro e segundo quadrantes, diferenciando-se por uma acidez total elevada.

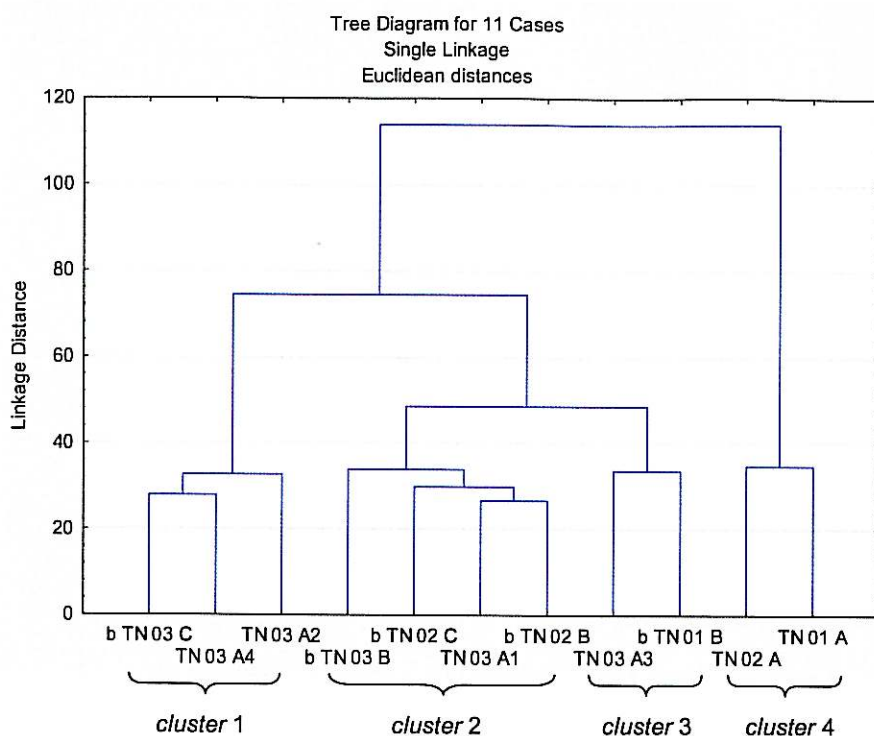


Figura 26. Resultado da análise de *clusters* para a casta Touriga Nacional, segundo os resultados do último controlo de maturação.

Na casta Touriga Nacional, a análise de *clusters* (Figura 26) torna mais visível que as *sub-parcelas* não se agrupam em dois grupos claramente distintos. Poderíamos, neste caso, considerar quatro *clusters* formados por: *cluster 1* (TN03C, TN03A₄ e TN03A₂), *cluster 2* (TN03B, TN02C, TN03A₁ e TN02B), *cluster 3* (TN03A₃ e TN01B) e *cluster 4* (TN02A e TN01A).

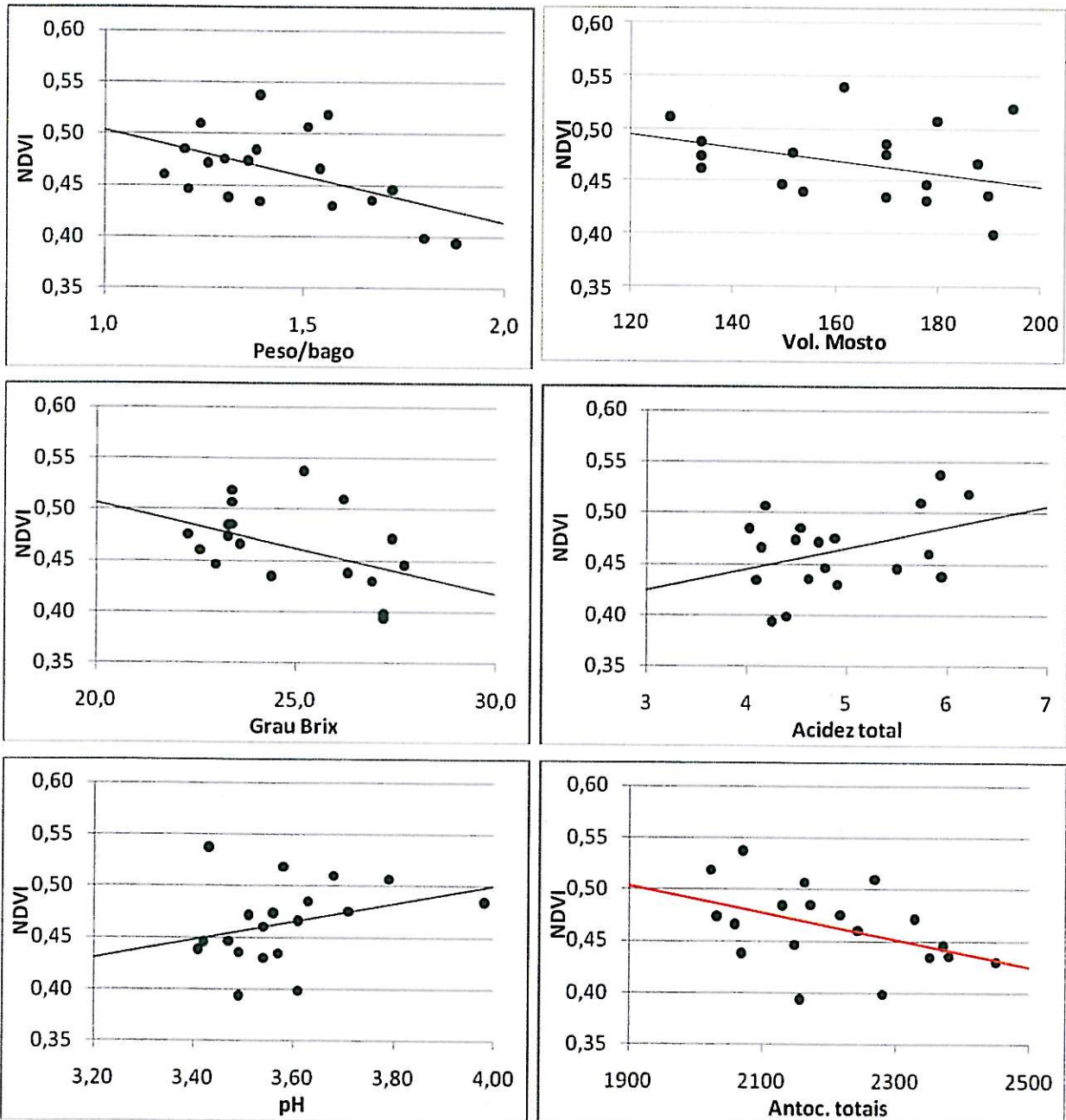
3.2.2. Co-relação com o valor de NDVI

Quadro 9. Matriz de co-relação entre os parâmetros físico-químicos das uvas das duas castas na última recolha de bagos e o valor de NDVI da respectiva *sub-parcela* (n = 19).

Variável	NDVI	Peso/ bago	Vol. Mosto	Grau Brix	Acidez total	pH	Antoc. totais	IPT
NDVI	1,00	-0,15	0,01	-0,40	0,20	0,35	-0,46	-0,37
Peso/bago	-0,15	1,00	0,91	0,42	0,02	-0,20	0,21	0,07
Vol. mosto	0,01	0,91	1,00	0,13	-0,03	-0,11	-0,07	-0,07
Grau Brix	-0,40	0,42	0,13	1,00	0,12	-0,43	0,46	0,10
Acidez total	0,20	0,02	-0,03	0,12	1,00	-0,45	-0,14	-0,37
pH	0,35	-0,20	-0,11	-0,43	-0,45	1,00	-0,13	0,15
Antoc. totais	-0,46	0,21	-0,07	0,46	-0,14	-0,13	1,00	0,85
IPT	-0,37	0,07	-0,07	0,10	-0,37	0,15	0,85	1,00

Através da observação da matriz de co-relação entre os parâmetros físico-químicos das uvas de cada *sub-parcela* à vindima e o valor médio de NDVI correspondente à *sub-parcela*, é possível concluir que o valor de NDVI está negativamente co-relacionado com o teor em antocianinas totais dos bagos.

Verifica-se também uma tendência para a existência de uma co-relação negativa entre valor de NDVI e Grau Brix e entre valor de NDVI e Índice de Polifenóis Totais.



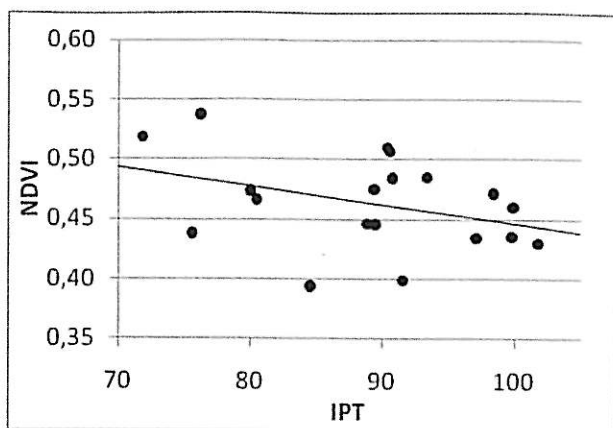


Figura 27. Gráficos ilustrativos da co-relação entre os parâmetros físico-químicos das uvas das duas castas na última recolha de bagos e o valor de NDVI da respectiva *sub-parcela* (n = 19).

3.3. Análises aos vinhos

3.3.1. Análise química

Neste ponto são apresentados os resultados da análise química, essencialmente da composição fenólica, efectuada aos vinhos não envelhecidos em barrica. Para o caso dos polifenóis totais e das antocianinas totais, é também apresentada a comparação com o teor destes elementos encontrado nas uvas.

3.3.1.1. Intensidade da cor

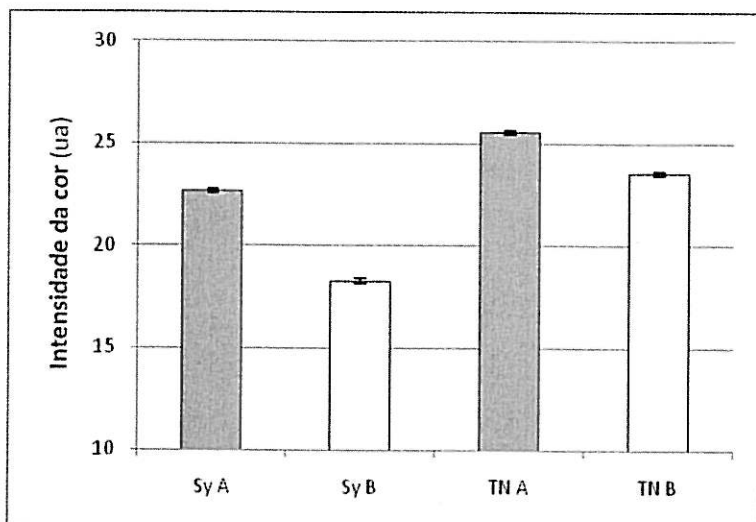


Figura 28. Intensidade da cor nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Nos vinhos de ambas as castas, a intensidade da cor é maior no vinho A do que no vinho B, sendo que os vinhos de Touriga Nacional apresentam uma intensidade da cor ligeiramente superior aos vinhos de Syrah.

3.3.1.2. Tonalidade

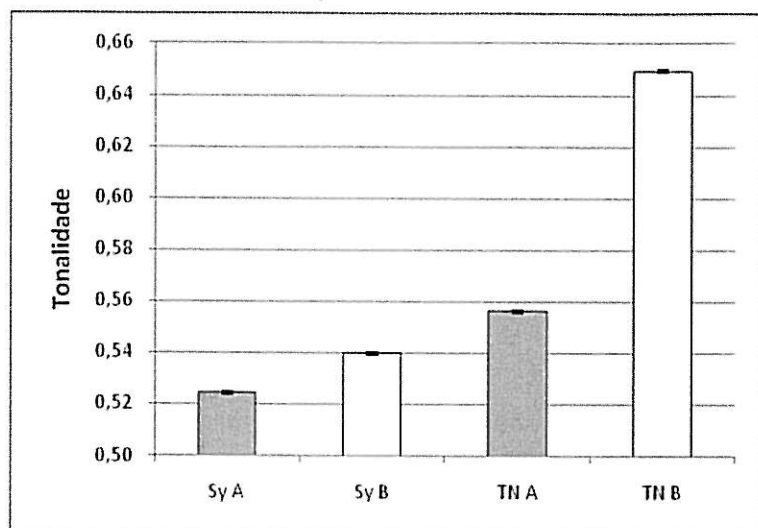


Figura 29. Tonalidade nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

A tonalidade toma valores mais elevados (que correspondem a um tom mais acastanhado) nos vinhos B, sendo que no caso da Touriga Nacional a diferença é mais acentuada.

3.3.1.3. Fenóis Totais

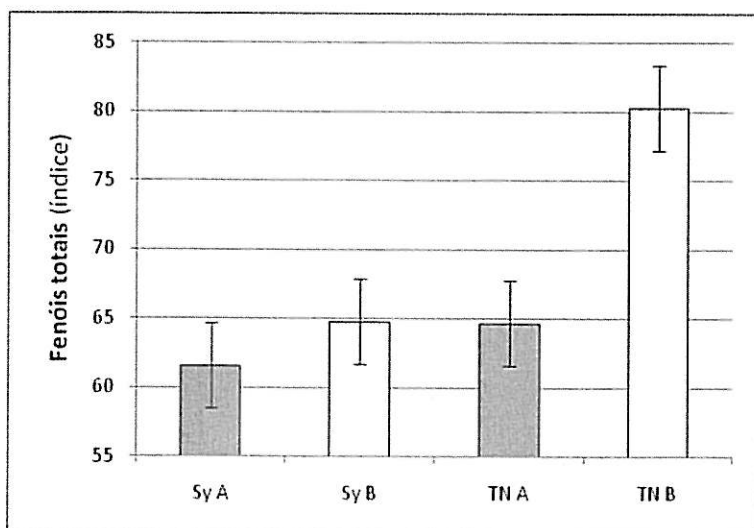


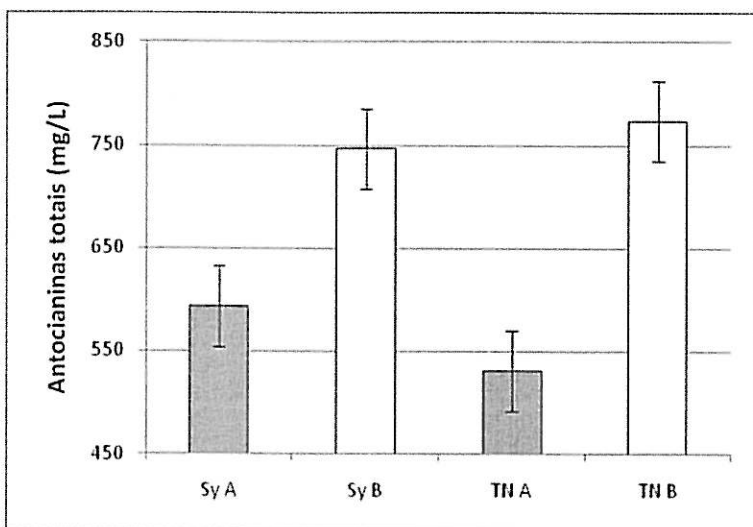
Figura 30. Teor em fenóis totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Quadro 10. IPT nas uvas no último controlo de maturação (média ponderada) e fenóis totais nos vinhos.

	IPT nas uvas	Fenóis totais no vinho (índice)
Sy A	95,1	61,6
Sy B	81,8	64,8
TN A	95,5	64,7
TN B	91,8	80,3

O teor em fenóis totais nos vinhos das duas castas revelou-se, no caso dos vinhos não envelhecidos em barrica, maior nos vinhos B do que nos vinhos A, o que representa uma inversão do comportamento verificado nas uvas que lhes deram origem. A diferença a nível deste parâmetro nos vinhos é bastante mais evidente nos vinhos de Touriga Nacional do que nos da casta Syrah.

3.3.1.4. Antocianinas Totais



Quadro 11. Antocianinas totais nas uvas no último controlo de maturação (média ponderada) e nos vinhos.

	Antocianinas totais (mg/L)	
	Nas uvas	No vinho
Sy A	2348	593
Sy B	2142	747
TN A	2304	531
TN B	2169	774

Figura 31. Teor em antocianinas totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Para ambas as castas, o teor em antocianinas totais é maior nos vinhos B do que nos vinhos A, verificando-se uma inversão do que se passava nas uvas que deram origem aos respectivos vinhos.

3.3.1.5. Antocianinas Coradas

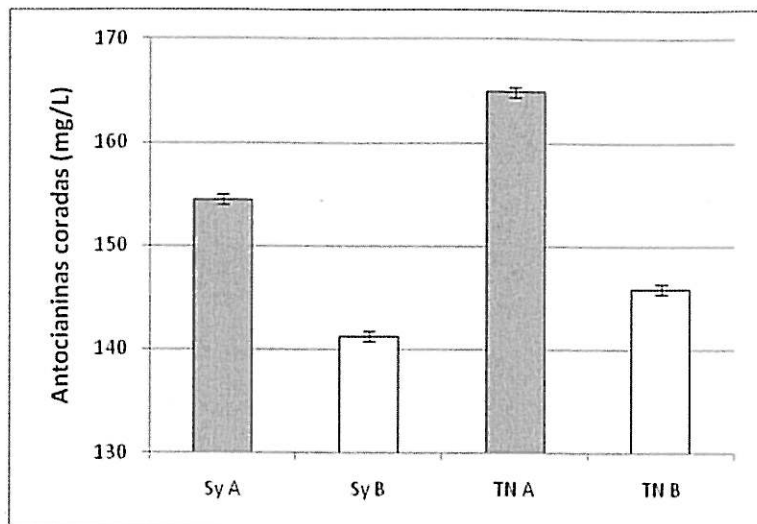


Figura 32. Teor em antocianinas coradas nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

O teor em antocianinas coradas, para os vinhos de ambas as castas, é sempre maior nos vinhos A do que nos vinhos B, o que explica os valores obtidos para a intensidade da cor (também maior nos vinhos A do que nos vinhos B).

3.3.1.6. Pigmentos Totais

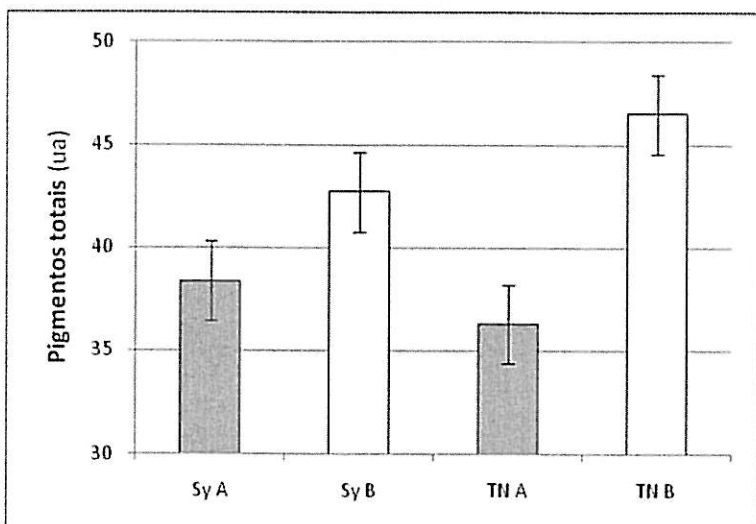


Figura 33. Teor em pigmentos totais nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Nos vinhos de ambas as castas, o teor em pigmentos totais é maior no vinho B do que no vinho A, sendo que esta diferença é mais acentuada para a casta Touriga Nacional.

3.3.1.7. Pigmentos Poliméricos

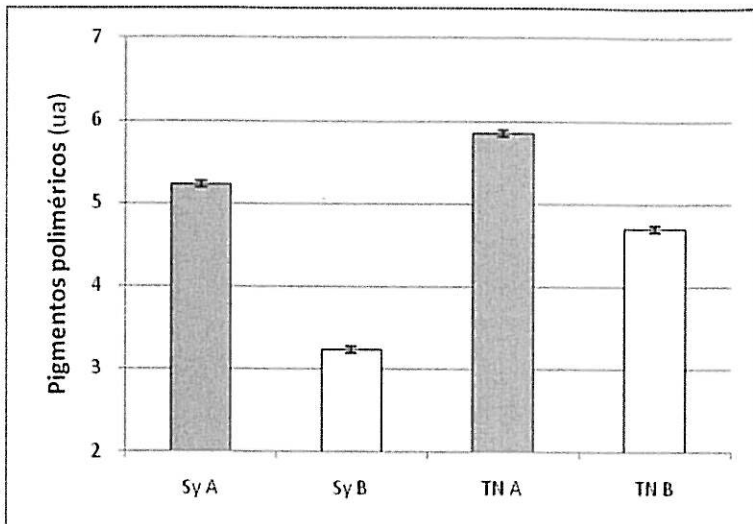


Figura 34. Teor em pigmentos poliméricos nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Nos vinhos das duas castas, o teor em pigmentos poliméricos é maior no vinho A do que no B (facto que também explica a maior intensidade de cor nos vinhos A), sendo a diferença mais acentuada no caso dos vinhos de Syrah.

3.3.1.8. Índice de Polimerização (Pigmentos)

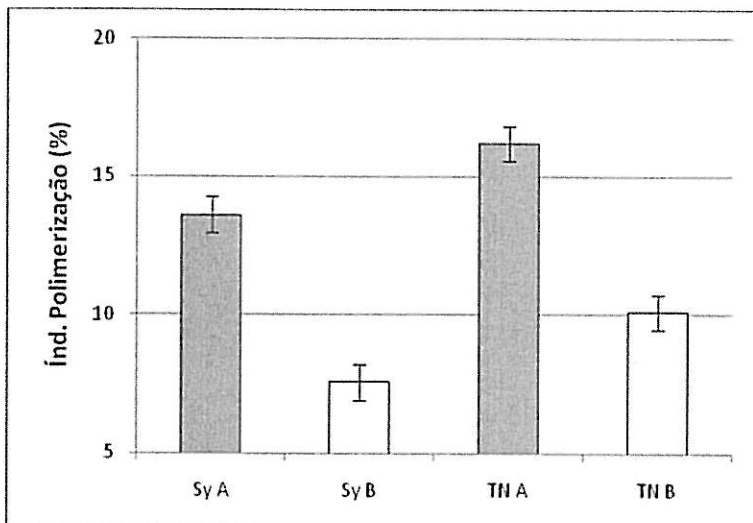


Figura 35. Índice de polimerização dos pigmentos nas modalidades A e B dos vinhos de Syrah e de Touriga Nacional, não envelhecidos em barrica.

Em ambas as castas, o índice de polimerização dos pigmentos do vinho é maior no vinho A do que no vinho B, o que era de esperar, tendo em conta o seu teor em pigmentos poliméricos e pigmentos totais, já que este índice é a razão entre ambos.

3.3.2. Análise sensorial

Neste ponto apresentam-se as médias atribuídas a cada atributo da ficha de prova (Quadro 12), pelo painel de prova, as considerações gerais registadas pelos provadores e a análise dos resultados em componentes principais.

Quadro 12. Média dos atributos que constavam da ficha de prova, para os quatro vinhos, após eliminação dos valores *outliers* (Anexo VI). L – limpidez, C – cor, AF – aroma franqueza, AH – aroma harmonia, AI – aroma intensidade, GE – gosto estrutura (volume), GH – gosto harmonia, GP – gosto persistência, AG – apreciação global.

Vinho	Atributo (médias)								
	L	C	AF	AH	AI	GE	GH	GP	AG
Sy A	4,3 ±0,62	4,5 ±0,52	3,3 ±0,79	3,6 ±0,51	3,3 ±0,87	3,4 ±0,79	3,2 ±0,83	3,3 ±0,89	3,4 ±0,79
Sy B	4,2 ±0,72	4,2 ±0,83	3,0 ±0,63	3,2 ±0,94	3,5 ±1,00	2,8 ±0,62	2,9 ±0,67	2,8 ±0,58	3,0 ±0,75
TN A	3,9 ±0,90	4,7 ±0,49	3,6 ±0,93	3,6 ±1,08	3,6 ±0,67	3,4 ±0,90	3,1 ±0,90	3,3 ±1,06	3,6 ±1,00
TN B	4,1 ±0,90	4,8 ±0,45	4,0 ±0,47	4,0 ±0,47	3,9 ±0,79	3,0 ±0,60	3,3 ±0,45	3,3 ±0,87	3,8 ±0,45

No vinho Sy A, as considerações gerais registadas foram as seguintes: mais equilibrado que Sy B, mais fresco de boca, mais elegante, maior expressão de aroma, notas de frutos vermelhos e compotas, ligeiro amargo final, macio.

Para o vinho Sy B: notas de frutos vermelhos, não muito longo na boca.

No vinho TN A: maior expressão aromática que TN B, mas menor elegância, notas de fruta madura, macio, fácil na boca.

TN B: nariz elegante, notas florais, pouco adstringente.

Os nove atributos que constavam da ficha de prova foram projectados no plano definido pelas componentes principais 1 e 2 (Figura 36). A variabilidade total dos dados é explicada em 88,4 % pelos dois eixos, sendo que a componente 1 contribui com 67,36 % e a componente 2 com 21,08 % (Quadro 13). O eixo da componente 1 é definido sobretudo pelas variáveis 'apreciação global' (AG), 'cor' (C), 'aroma – harmonia' (AH), 'gosto – harmonia' (GH), 'aroma – franqueza' (AF) e 'gosto – persistência' (GP); e o eixo da componente 2 pelo 'gosto – estrutura' (GE) e pelo 'aroma – intensidade' (AI).

Quadro 13. Resultado da análise em componentes principais para os resultados obtidos na prova dos quatro vinhos (9 atributos).

Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics (ANAL SENS) Active variables only				
	Valores próprios	Variância total (%)	Somatório dos valores próprios	% Cumulativa de variação
1	6,062	67,36	6,062	67,4
2	1,897	21,08	7,959	88,4
3	1,041	11,57	9,000	100,0

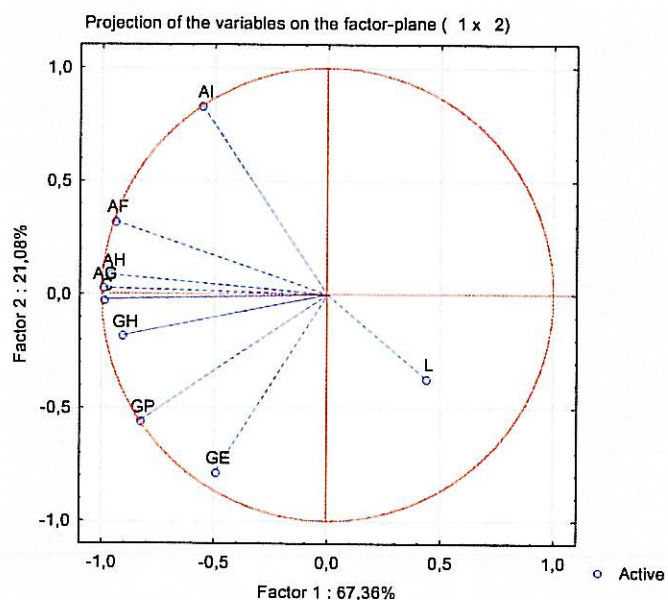


Figura 36. Projecção dos nove atributos da ficha de prova, segundo as duas componentes principais.

L – limpidez, C – cor, AF – aroma franqueza, AH – aroma harmonia, AI – aroma intensidade, GE – gosto estrutura (volume), GH – gosto harmonia, GP – gosto persistência, AG – apreciação global.

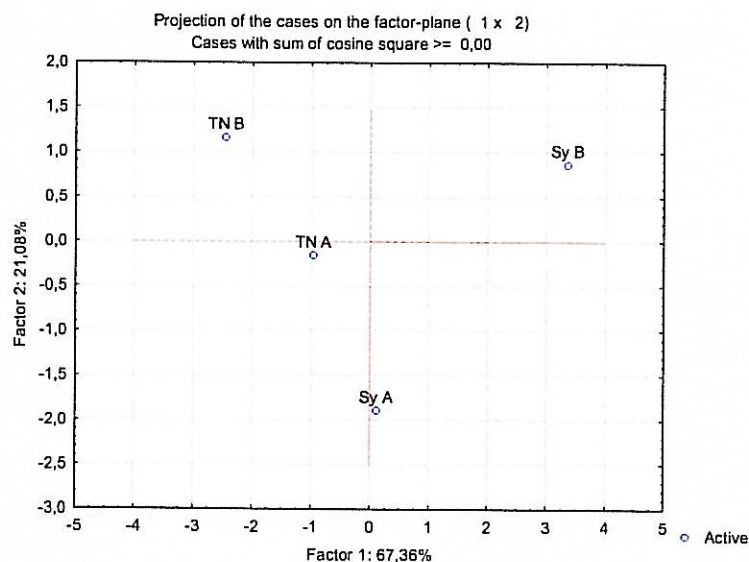


Figura 37. Projecção dos quatro vinhos segundo as duas componentes principais, para os nove atributos.

Relacionando a posição dos vinhos de Syrah com os dois eixos definidos (Figura 37), verifica-se que se encontram em quadrantes diferentes (Sy A no quarto e Sy B no primeiro). O vinho Sy A distingue-se do Sy B por uma maior apreciação global, maior harmonia e franqueza de aroma, mais cor, maior harmonia e persistência do gosto e maior estrutura, sendo este último atributo o que mais os distingue.

Em relação aos vinhos de Touriga Nacional (Figura 37), o A encontra-se no terceiro quadrante enquanto que o B se situa no segundo. O vinho TN B obteve uma maior apreciação global e distingue-se do TN A por uma maior intensidade, harmonia e franqueza de aroma, mais cor e maior harmonia de gosto, mas menor estrutura.

Em seguida, apresenta-se o resultado da análise em componentes principais, retirando dois dos atributos inicialmente presentes – limpidez e cor – uma vez que estas características podem ser sujeitas a análise físico-química.

Quadro 14. Resultado da análise em componentes principais para os resultados obtidos na prova dos quatro vinhos (7 atributos).

Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics (ANAL SENS) Active variables only

	Valores próprios	Variância total (%)	Somatório dos valores próprios	% Cumulativa De variação
1	4,939807	70,56868	4,939807	70,5687
2	1,821345	26,01921	6,761152	96,5879
3	0,238848	3,41211	7,000000	100,0000

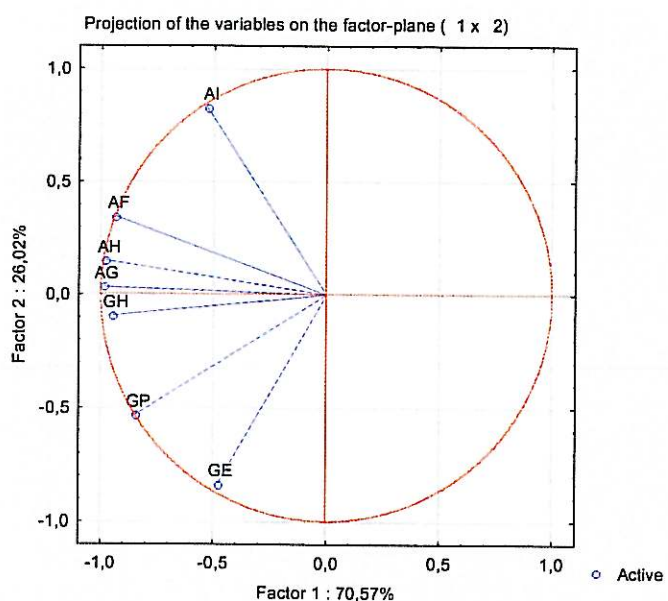


Figura 38. Projecção de sete atributos da ficha de prova (sem limpidez e cor), segundo as duas componentes principais.

AF – aroma franqueza, AH – aroma harmonia, AI – aroma intensidade, GE – gosto estrutura (volume), GH – gosto harmonia, GP – gosto persistência, AG – apreciação global.

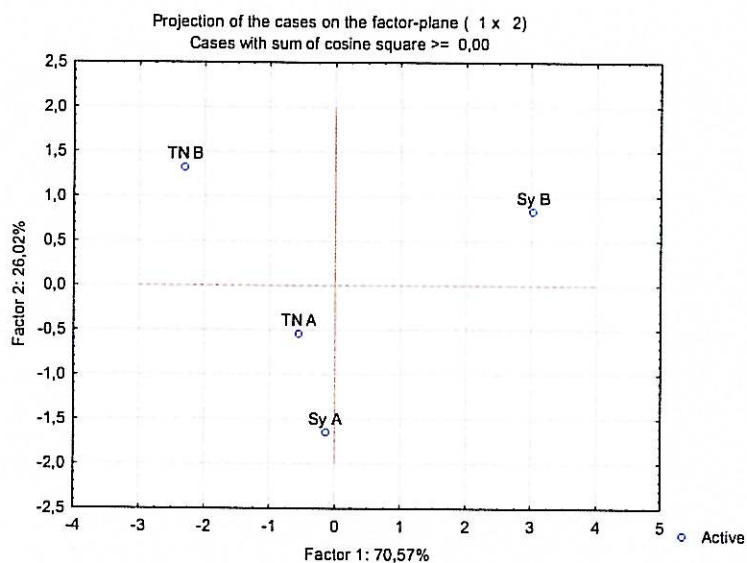


Figura 39. Projecção dos quatro vinhos segundo as duas componentes principais, para os sete atributos.

Verifica-se que a variabilidade total dos dados passa a ser explicada em 96,59 % pelos eixos das duas componentes (70,57 % pela componente 1 e 26,02 % pela componente 2) (Quadro 14), mas que a distribuição dos sete atributos no plano (Figura 38) é semelhante à anterior e que a posição relativa dos vinhos (Figura 39) também, o que quer dizer que os atributos ‘limpidez’ e ‘cor’ não foram essenciais na distinção entre os vinhos durante a prova.

3.3.3. Análise aos vinhos envelhecidos em barrica

Com o objectivo de verificar se as diferenças encontradas nos vinhos se mantêm com este tipo de envelhecimento, apresentam-se os resultados da análise à sua composição fenólica.

Quadro 15. Composição fenólica dos vinhos A e B de Syrah, com e sem envelhecimento em barrica.

	Vinho			
	S/ barrica		Barrica	
	Sy A	Sy B	Sy A	Sy B
Intensidade da cor	22,7 ±0,01	18,3 ±0,01	23,6 ±0,02	19,2 ±0,01
Tonalidade	0,52 ±6E-4	0,54 ±7E-4	0,55 ±5E-5	0,54 ±4E-4
Fenóis totais (índice)	61,6 ±0,79	64,8 ±2,14	64,9 ±3,36	62,1 ±1,29
Ant. totais (mg/L)	593 ±13,1	747 ±42,1	595 ±35,9	664 ±18,6
Ant. coradas (mg/L)	155 ±0,7	141 ±0,1	137 ±1,3	123 ±0,7
Pigmentos totais	38,4 ±0,57	42,7 ±2,14	40,6 ±1,71	41,1 ±0,86
Pigm. Poliméricos	5,2 ±0,04	3,2 ±0,02	6,5 ±0,04	4,8 ±0,03
Índ.Polimerização (%)	14 ±0,3	8 ±0,3	16 ±0,8	12 ±0,3

Quadro 16. Composição fenólica dos vinhos A e B de Touriga Nacional, com e sem envelhecimento em barrica.

	Vinho			
	S/ barrica		Barrica	
	TN A	TN B	TN A	TN B
Intensidade da cor	25,6 ±0,02	23,6 ±0,01	22,0 ±0,01	18,5 ±0,01
Tonalidade	0,56 ±6E-5	0,65 ±4E-4	0,58 ±3E-4	0,64 ±5E-4
Fenóis totais (índice)	64,7 ±6,00	80,3 ±3,36	79,7 ±6,86	75,3 ±6,28
Ant. totais (mg/L)	531 ±65,9	774 ±34,8	736 ±71,2	761 ±69,5
Ant. coradas (mg/L)	165 ±0,7	146 ±0,4	129 ±1,4	108 ±0,4
Pigmentos totais	36,3 ±3,21	46,5 ±1,79	46,0 ±3,43	45,0 ±3,43
Pigm. Poliméricos	5,9 ±0,05	4,7 ±0,03	5,5 ±0,08	4,2 ±0,03
Índ.Polimerização (%)	16 ±1,6	10 ±0,3	12 ±1,1	9 ±0,8

O que se verifica em todos os vinhos é que, com o envelhecimento em barrica, continuam a ser os vinhos do tipo A que apresentam maior intensidade de cor. Nos vinhos da casta Syrah, este parâmetro é ligeiramente superior nos vinhos com este tipo de envelhecimento enquanto que, nos vinhos de Touriga Nacional, é superior nos vinhos que não passaram por barrica.

Com o envelhecimento em barrica, o teor em fenóis totais aumentou nos vinhos do tipo A e diminuiu nos vinhos do tipo B, o que levou a uma inversão do comportamento verificado nos vinhos que não passaram por barrica, ou seja, passaram a ser os vinhos A os mais ricos neste parâmetro.

O teor em antocianinas dos vinhos sofreu as seguintes alterações: manteve-se semelhante no vinho Sy A, diminuiu nos vinhos Sy B e TN B, e aumentou no vinho TN A. Este aumento no vinho TN A pode dever-se a um erro de leitura deste parâmetro ou pode ser explicado pela ocorrência de algum fenómeno intensivo de oxidação no vinho que se encontrava conservado no garrafão, uma vez que também o teor em pigmentos totais se revelou maior neste vinho que esteve em barrica. Ou seja, deve ter ocorrido um fenómeno que levou à degradação da matéria corante no vinho TN A que não foi envelhecido em barrica, e não um incremento destes parâmetros na barrica.

Com o envelhecimento em barrica, a diferença entre o teor de pigmentos totais nos vinhos Sy A e Sy B prevalece, mas é atenuada. No caso dos vinhos de Touriga Nacional, terá acontecido o que foi explicado no parágrafo anterior.

Os vinhos envelhecidos em barrica apresentam menor teor em antocianinas coradas que os vinhos que não sofreram este processo de envelhecimento.

Nos vinhos das duas castas, o teor em pigmentos poliméricos e, conseqüentemente, o índice de polimerização dos pigmentos continuam a ser maiores nos vinhos A do que nos vinhos B. Na casta Syrah, o envelhecimento em barrica representou, como seria de esperar, um acréscimo de valor destes dois parâmetros em ambos os vinhos, uma vez que as condições de oxidação contribuem para que ocorra a associação antocianinas-taninos. Para a casta Touriga Nacional, observa-se a situação contrária: uma diminuição do teor destes pigmentos no vinho com a passagem por barrica.

Em suma, a maioria das diferenças encontradas entre os vinhos A e B sem envelhecimento em barrica manteve-se com este tipo de envelhecimento, à excepção do teor em fenóis totais, que sofreu uma inversão de comportamento em barrica.

IV. CONCLUSÕES

A 'segmentação da vindima' efectuada não se regeu apenas pela observação da imagem de NDVI próximo do pintor. No entanto, com base no controlo da maturação efectuado em cada *sub-parcela* delimitada na vinha, foi possível encontrar uma co-relação negativa entre valor de NDVI e teor em antocianinas totais no bago à vindima, para as duas castas.

Segundo a análise em componentes principais e a análise de *clusters*, com as quais se pretendia verificar se o agrupamento de *sub-parcelas* efectuado principalmente através da observação da imagem de NDVI coincidia com as características da uva à vindima, verifica-se que essa coincidência ocorreu no caso da casta Syrah, mas no caso da Touriga Nacional não.

Os vinhos A e B das duas castas foram, efectivamente, produzidos com uvas provenientes de conjuntos de *sub-parcelas* com valor médio de NDVI distinto. Os vinhos A (menor valor de NDVI) apresentam maior intensidade da cor, mais antocianinas coradas, maior índice de polimerização dos pigmentos e maior estrutura na prova que os vinhos B (maior valor de NDVI).

A maioria das diferenças encontradas entre os dois tipos de vinhos produzidos sem envelhecimento em barrica manteve-se com este tipo de envelhecimento, à excepção do teor em fenóis totais, que sofreu uma inversão de comportamento em barrica.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. (2007). *A centrifugação pós-fermentativa como meio de clarificação de vinhos tintos*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

BRAGA, R. (2008). *Agricultura de Precisão: Introdução. Objectivos. Benefícios*. Material de apoio da unidade curricular Viticultura Avançada (ISA), Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre.

BRAGA, R. (2008). *Introdução à detecção remota*. Material de apoio da unidade curricular Viticultura Avançada (ISA), Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre.

BRAGA, R. (2008). *WINEMAP: Segmentação da Vindima*. Programa Operacional Ciência e Inovação 2010. Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre.

BRAMLEY, R.G.V.; LAMB, D.W. (2003). *Making sense of vineyard variability in Australia*. In: Ortega, R.; Esser, A.. *Precision Viticulture*. Proceedings of an internacional symposium held as part of the IX Congreso Latinoamericano de Viticultura e Enologia, Chile. Centro de Agricultura de Precisión (CAPUC), Pontificia Universidad Católica de Chile.

BRAMLEY, R.; LAMB, D.; PROFFITT, T.; WINTER, E. (2006). *Precision Viticulture: A new era in vineyard management and wine production*. Winetitles.

CABRITA, M. J.; RICARDO-DA-SILVA, J.; LAUREANO, O (2003). *Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos*. Anais do I Seminário Internacional de Vitivinicultura, Ensenada, México.

CARRASCO, H. (2006). *Comparação entre dois sistemas de maceração em três castas na região do Douro*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

DALEZIOS, N.R.; LOUKAS, A.; BAMPZELIS, D. (2002). *Assessment of NDVI and agrometeorological indices for major crops in central Greece*. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 27, Issues 23-24, 1025-1029.

DELENNE, C.; DURRIEU, S.; RABATEL, G.; DESHAYES, M. (2009). *From pixel to vine parcel: A complete methodology for vineyard delineation and characterization using remote-sensing data*. Computers and Electronics in Agriculture, in press, corrected proof.

FLANZY, C. (1998). *Oenologie: Fondements Scientifiques et Technologiques*. Tec&Doc Lavoisier, Paris.

GLORIES, Y. (1984). *La couleur des vites rouges, 2^{ème} partie. Mesure originale et interprétation*. *Connaiss. Vigne Vin* **18**, 195-217.

GONZÁLEZ-SANPEDRO, M.C.; LE TOAN, T.; MORENO, J.; KERGOAT L.; RUBIO, E. (2008). *Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data*. *Remote Sensing of Environment*, Volume 112, Issue 3, 810-824.

HATFIELD, P.L.; PINTER JR, P.J. (1993). *Remote sensing for crop protection*. *Crop Protection*, Volume 12, Issue 6, 403-413.

HILL, M.J.; DONALD, G.E. (2003). *Estimating spatio-temporal patterns of agricultural productivity in fragmented landscapes using AVHRR NDVI time series*. *Remote Sensing of Environment*, Volume 84, Issue 3, 367-384.

JACKSON, R. (2008). *Wine Science: Principles and Applications*. Third Edition. Elsevier.

JOHNSON, L.F.; BOSCH, D.F.; WILLIAMS, D.C.; LOBITZ, B.M. (2001). *Remote Sensing of Vineyard Management Zones: Implications for Wine Quality*. *American Society of Agricultural Engineers* ISSN 0883–8542.

JOHNSON, L.F.; ROCZEN, D.E.; YOUKHANA, S.K.; NEMANI, R.R.; BOSCH, D.F. (2003). *Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery*. *Computers and Electronics in Agriculture* **38**, 33-44.

JOHNSON, L.F. (2003). *Temporal stability of an NDVI-LAI relationship in a Napa Valley vineyard*. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **9** (2), 96-101.

JORDÃO, A.M.; J.M. RICARDO DA SILVA; O. LAUREANO (1998). *Incidência do stress hídrico sobre a evolução da composição fenólica das uvas tintas da casta Touriga Francesa*. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 2(2): 60-73.

LAMB, D.; HALL, A.; LOUIS, J. (2001). *Airborne remote sensing of vines for canopy variability and productivity*. *Australian Grapegrower and Winemaker* ISSN 0727-3606.

LAMB, D. (2001). *Remoting sensing – a tool for vineyard managers?*. 11th Australian Wine Industry Technical Conference Adelaide, October.

LAMB, D.; WEEDON, M.; BRAMLEY, R. (2004). *Using remote sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution*. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10 (1): 46-54.

LU, R. (2008). *Quality evaluation of Fruit by Hyperspectral Imaging*. *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*, 319-348.

MONTERO, F.J.; MELIÁ, J.; BRASA, A.; SEGARRA, D.; CUESTA, A.; LANJERI, S. (1999). *Assessment of vine development according to available water resources by using remote sensing in La Mancha, Spain*. *Agricultural Water Management* 40, 363-375.

NICOLAÏ, B.M.; BEULLENS, K.; BOBELYN, E.; PEIRS, A.; SAEYS, W.; THERON, K.I.; LAMMERTYN, J. (2007). *Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review*. *Postharvest Biology and Technology*, Volume 46, Issue 2, 99-118.

O.I.V. (1990). *Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*. O.I.V., Paris.

ORTEGA, R.; ESSER, A. (2002). *Viticultura de Precisión: Fundamentos, aplicaciones y oportunidades en Chile*. Centro de Agricultura de Precisión (CAPUC), Pontificia Universidad Católica de Chile.

PANDA, S.S.; HOOGENBOOM, G.; PAZ, J. (2009). *Distinguishing blueberry bushes from mixed vegetation land use using high resolution satellite imagery and geospatial techniques*. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 67, Issues 1-2, 51-58.

PIRES, S. (2008). *Detecção Remota para aplicações em Viticultura de Precisão no Alentejo*. Revista da Associação Portuguesa de Enologia, N.ºs 51/52.

RIBÉREAU-GAYON, J.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. (2006). *Handbook of Enology, Vol. 1: The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2nd Edition. Wiley.

RIBÉREAU-GAYON, J.; STONESTREET, E. (1965). *Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge*. Bull. Soc. Chim. France **9**, 2649-2655.

RICARDO DA SILVA, J.M.; I. SOUSA & O. LAUREANO (2003). *Factores condicionantes dos processos de vinificação e conservação na cor de vinhos portugueses*. Anais do X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 69-86, Bento Gonçalves (Brasil).

SCHULTZ, H.R. (1996). *Leaf absorptance of visible radiation in Vitis vinifera L.: estimates of age and shade effects with a simple field method*. Scientia Horticulturae, Volume 66, Issues 1-2, 93-102.

SILBERNAGEL, J.; LANG, N.S. (2002). *Spatial distribution of environmental stress indicators in Concord grape vineyards*. Ecological Indicators, Volume 2, Issue 3, 271-286.

SOMERS, T.C.; EVANS, M.E. (1977). *Spectral evaluation of young red wines: Anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, 'chemical age'*. J. Sci. Food Agric. **28**, 279-287.

SOMERS, T.C. (1971). *The polymeric nature of wine pigments*. Phytochemistry **10**, 2175-2186.

STAMATIADIS, S.; TASKOS, D.; TSADILAS, C.; CHRISTOFIDES, C.; TSADILA, E.; SCHEPERS, J.S. (2006). *Relation of ground-sensor canopy reflectance to biomass production and grape color in two Merlot vineyards*. American Journal of Enology and Viticulture **57** (4), 415-422.

STEHMAN, S.V.; MILLIKEN, J.A. (2007). *Estimating the effect of crop classification error on evapotranspiration derived from remote sensing in the lower Colorado River basin, USA*. Remote Sensing of Environment, Volume 106, Issue 2, 217-227.

SUÁREZ, L.; ZARCO-TEJADA, P.J.; GONZÁLEZ-DUGO, V.; BERNI, J.A.J.; SAGARDOY, R. ; MORALES, F.; FERERES, E. (2009). *Detecting water stress effects on fruit quality in orchards with time-series PRI airborne imagery*. Remote Sensing of Environment, in press, corrected proof.

TORRES, L.G.; PEÑA-BARRAGÁN, J.M.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; JURADO-EXPÓSITO, M.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. (2008). *Automatic assessment of agro-environmental indicators from remotely sensed images of tree orchards and its evaluation using olive plantations*. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 61, Issue 2, 179-191.

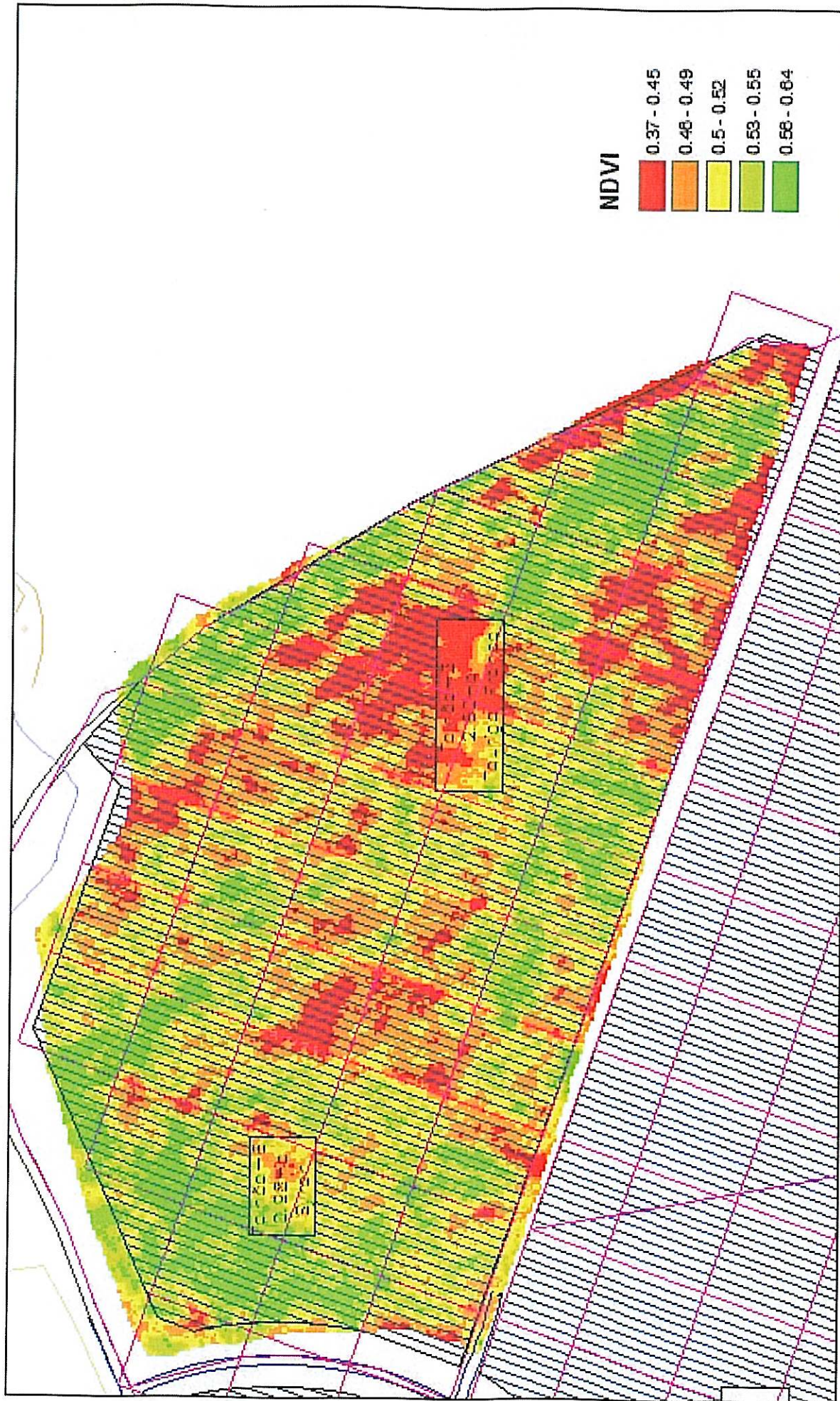
TUCKER, C.J. (1979). *Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation*. Remote Sensing of Environment 8, 127–150.

ZARCO-TEJADA, P.J.; BERJÓN, A.; LÓPEZ-LOZANO, R.; MILLER, J.R.; MARTÍN, P.; CACHORRO, V.; GONZÁLEZ, M.R.; FRUTOS, A. (2005). *Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy*. Remote Sensing of Environment, Volume 99, Issue 3, 271-287.

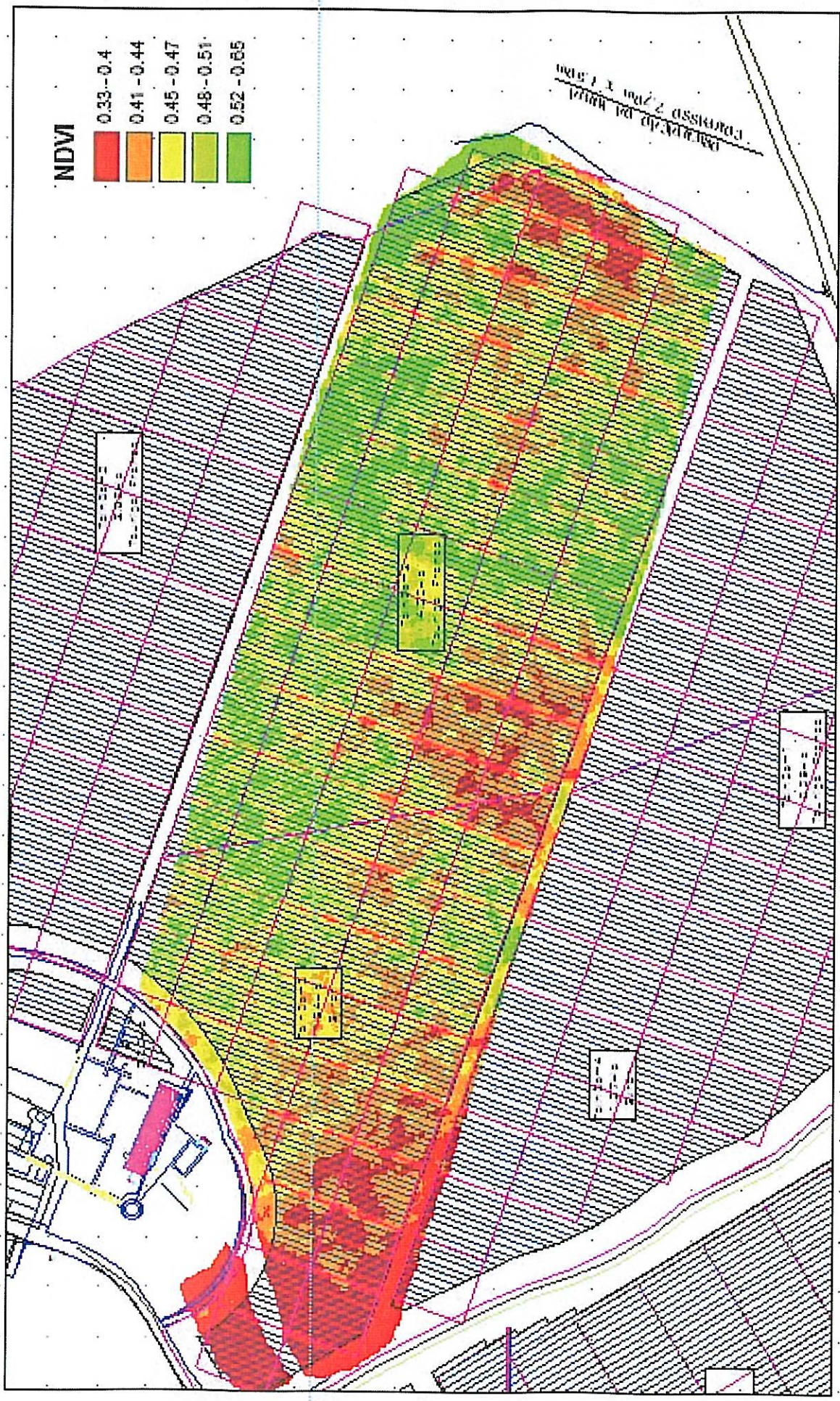
Wine Analysis – ETS Laboratories, Novembro de 2009, <<http://www.etslabs.com/>>.


ANEXO I. 1, 2 e 3. Imagens de NDVI obtidas duas semanas antes do pintor.

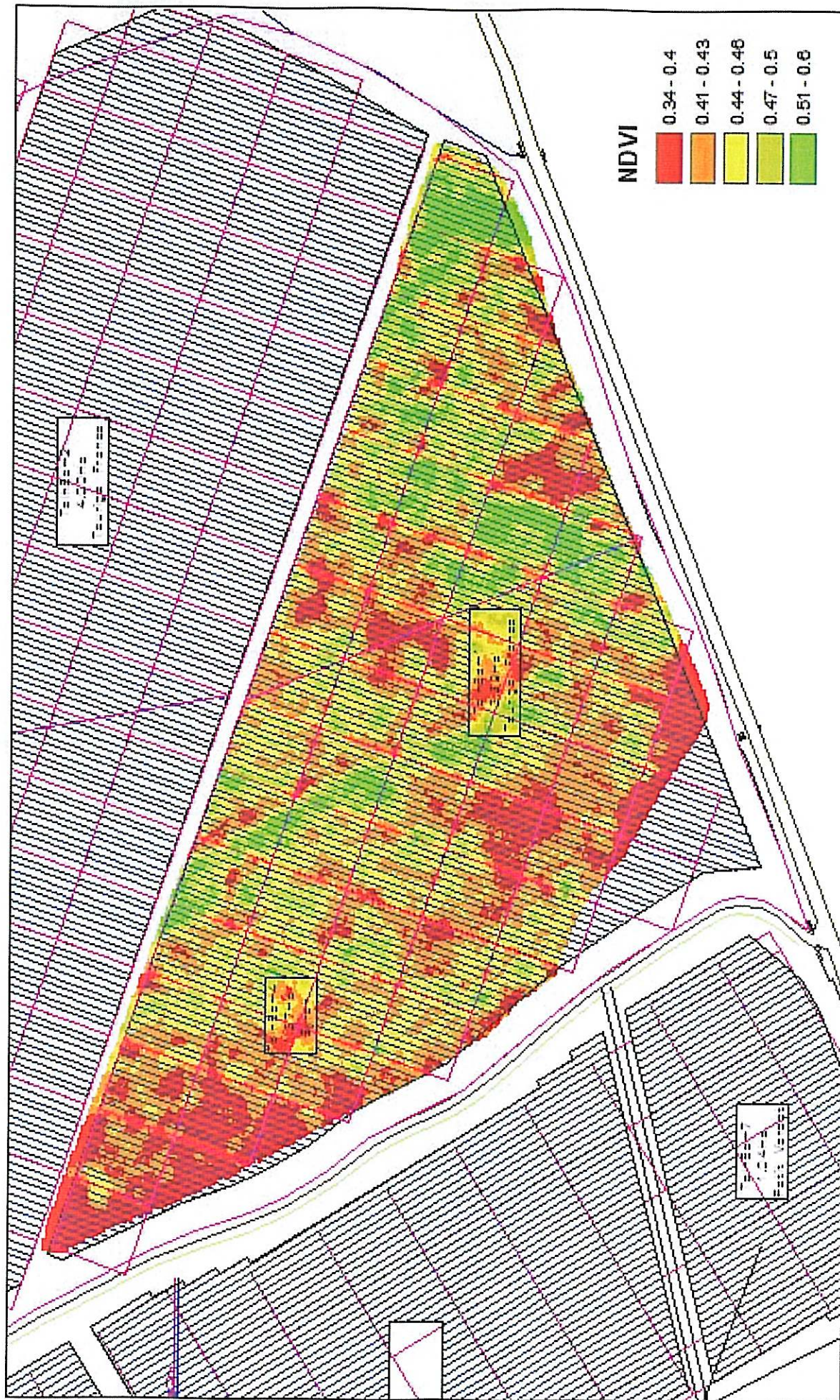
4. Aspecto geral da vinha e subdivisão dos talhões.




	No. do Projecto: U2008006_1SP		Data: 10-07-2008	
	Local:	Herdade do Arrepiado Velho (39° 00' N, 7° 52' W), Sourel		No. do Documento: NDVI208006.1
	Título:	Mapa de NDVI - Talhões 3		Sistema de Coordenadas: UTM, WGS84, Fuso 29
	Obs.:	ADP ao fecho do cacho		Págs. 4

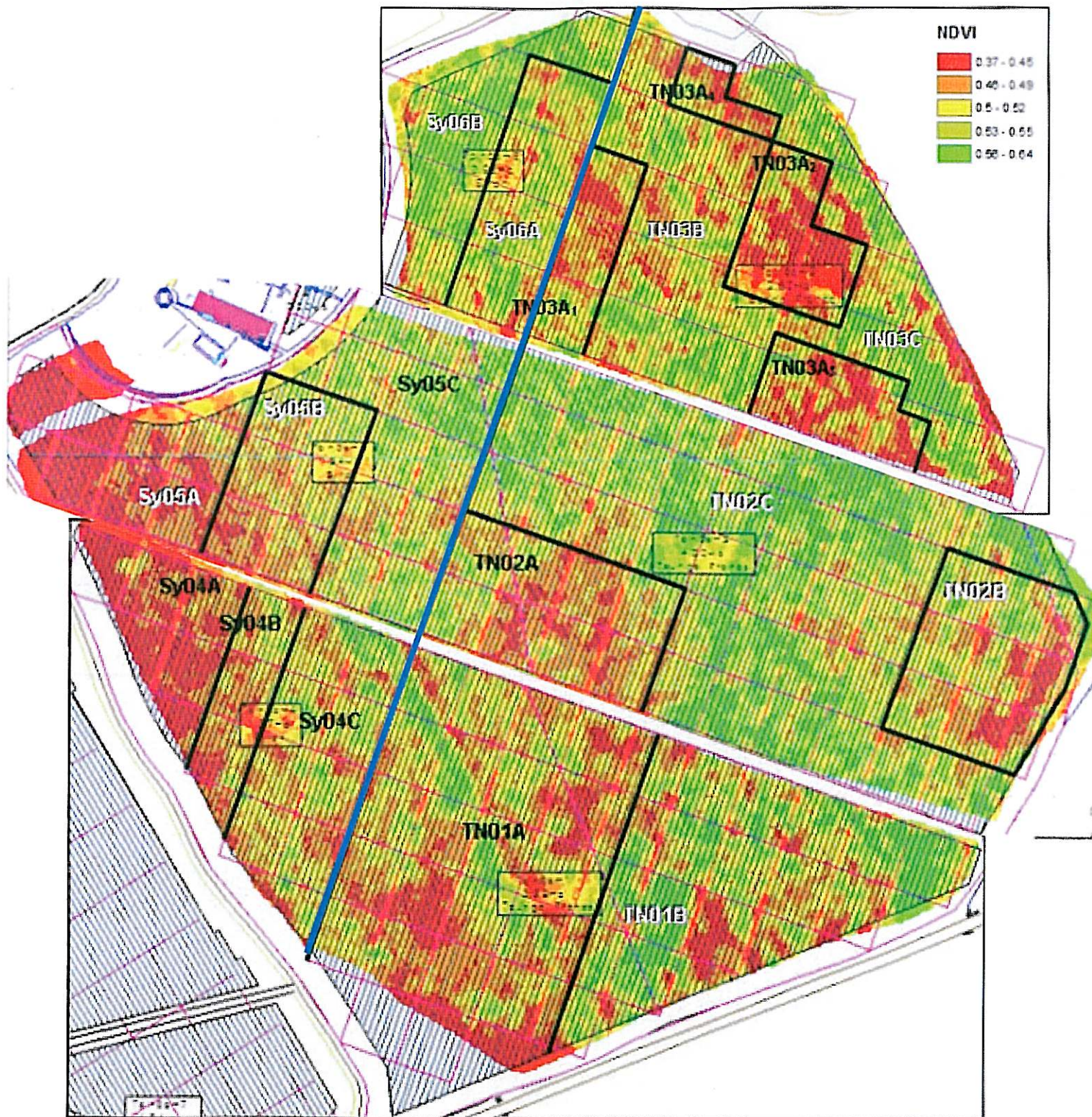


	No. do Projecto:	U2008006_1SP	Data:	10-07-2008
	Local:	Herdade do Airepiado Velho (39° 00' N, 7° 52' W), Souzeil	No. do Documento:	NDV1208006.1
	Título:	Mapa de NDVI - Talhão 5	Sistema de Coordenadas:	UTM, WGS84, Fuso 29
	Obs.:	ADP ao fecho do cacho	Págs.	5



	No. do Projecto:	L2008006_1SP	Data:	10-07-2008
	Local:	Herdade do Arrepiado Velho (39° 00' N, 7° 52' W), Souzel	No. do Documento:	NDVI208006.1
	Título:	Mapa de NDVI - Talhão 1	Sistema de Coordenadas:	UTM, WGS84, Fuso 29
	Obs.:	ADP ao fecho do cacho	Págs.	6

ANEXO I.4. Mapa de NDVI duas semanas antes do pintor; aspecto geral da vinha e subdivisão dos talhões.



ANEXO II. Ensaio de maturação das uvas; Laboratório de Enologia da Universidade de Évora.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
Ensaio de Maturação das Uvas

Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de 200 Bagos (g)	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ac.Tart.	pH	Antocianias Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/08/28	1	Cabernet Sauvignon 09 A	159,84	90	22,8	13,2	7,70	3,10	1624,6	56,7	
"	2	Cabernet Sauvignon 09 B	156,60	84	23,4	13,6	7,73	3,11	1778,9	68,7	195 bagos
"	3	Cabernet Sauvignon 10	163,28	88	23,8	13,8	7,24	3,16	1678,1	63,1	
"	4	Petit Verdot 07	188,00	104	23,6	13,7	9,72	3,15	2368,0	90,4	
"	5	Petit Verdot 08 A	155,36	74	23,6	13,7	10,10	3,08	2210,5	83,5	
"	6	Petit Verdot 08 B	139,40	68	22,8	13,2	10,59	3,06	2196,9	87,6	181 bagos
"	7	Syrah 04 A	229,71	120	24,0	14,0	6,89	3,32	2322,8	86,0	
"	8	Syrah 04 B	230,49	141	22,4	12,9	6,98	3,23	2109,2	77,4	
"	9	Syrah 04 C	233,90	132	24,5	14,3	7,80	3,21	2395,6	84,6	
"	10	Syrah 05 A	381,97	204	25,5	14,9	6,55	3,40	2031,1	74,9	s/ contagem de bagos *
"	11	Syrah 05 B	421,94	266	24,3	14,1	7,00	3,35	1355,3	44,4	"
"	12	Syrah 05 C	384,50	194	24,9	14,5	7,04	3,32	1846,9	65,1	"
"	13	Syrah 06 A	347,55	222	21,5	12,3	6,59	3,44	1822,4	59,7	"
"	14	Syrah 06 B	415,82	192	23,1	13,4	7,88	3,25	1791,2	63,1	"

- - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

Antónia Oliveira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
Ensaio de Maturação das Uvas

Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de 200 Bagos (g)	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ác. Tart.	pH	Antocianas Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/08/28	15	Touriga 01 A	251,79	134	20,0	11,4	6,42	3,15	1897,8	81,0	s/ contagem de bagos *
"	16	Touriga 01 B	334,58	178	19,7	11,1	7,17	3,26	1802,6	76,1	"
"	17	Touriga 02 A	292,22	166	22,7	13,1	5,55	3,34	2339,0	97,8	"
"	18	Touriga 02 B	382,92	235	20,9	11,9	6,41	3,26	1905,7	74,0	"
"	19	Touriga 02 C	346,30	225	21,9	12,6	5,92	3,39	2168,4	78,6	"
"	20	Touriga 03 A1	349,23	240	21,2	12,1	5,48	3,65	1952,2	73,7	"
"	21	Touriga 03 A2	304,06	195	20,0	11,4	5,87	3,36	1869,7	68,8	"
"	22	Touriga 03 A3	369,81	225	20,6	11,7	6,95	3,39	2062,3	80,6	"
"	23	Touriga 03 A4	373,99	245	20,3	11,5	5,89	3,47	2044,7	72,4	"
"	24	Touriga 03 B	323,51	176	21,7	12,4	6,29	3,42	2030,7	77,7	"
"	25	Touriga 03 C	291,25	170	21,1	12,0	6,95	3,34	2190,4	81,7	"

- - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

Antónia Oliveira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
 LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
 Ensaio de Maturação das Uvas

Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
 do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de Bagos (g) *	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ac. Tart.	pH	Antocianinas Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/09/10	1	Cabernet Sauvignon 09 A	155,12	80	27,2	± 16,3	5,74	3,29	2279,4	66,8	
"	2	Cabernet Sauvignon 09 B	213,15	116	24,9	14,6	5,99	3,25	2061,4	59,9	
"	3	Cabernet Sauvignon 10 B	173,65	94	26,3	15,5	4,87	3,41	2382,9	65,1	
"	4	Petit Verdot 07	187,34	108	23,8	13,8	6,36	3,36	2429,4	96,7	
"	5	Petit Verdot 08 A	205,59	124	24,0	14,0	5,98	3,35	2414,0	87,8	
"	6	Petit Verdot 08 B	193,56	120	22,7	13,1	6,54	3,30	2230,7	90,1	
"	7	Syrah 04 A	273,87	166	24,1	14,0	5,69	3,39	2373,2	80,7	
"	8	Syrah 04 B	261,28	156	24,3	14,1	5,88	3,36	2292,1	92,1	
"	9	Syrah 04 C	235,00	138	23,8	13,8	5,87	3,34	2434,6	91,9	
"	10	Syrah 05 A	388,70	226	26,4	15,6	5,17	3,43	1751,8	92,7	
"	11	Syrah 05 B	408,16	258	25,1	14,7	5,84	3,37	1551,3	71,5	
"	12	Syrah 05 C	284,08	174	25,5	14,9	5,18	3,45	1805,7	84,5	
"	13	Syrah 06 A	246,78	152	23,1	13,4	5,35	3,50	2171,9	78,5	
"	14	Syrah 06 B	371,56	240	24,1	14,0	5,66	3,45	2130,7	73,3	

* - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

Antónia Oliveira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
 LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
 Ensaio de Maturação das Uvas

Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
 do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de 200 Bagos (g) *	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ác. Tart.	pH	Antocianinas Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/09/10	15	Touriga 01 A	319,87	210	21,7	12,4	4,57	3,40	2250,0	89,1	
"	16	Touriga 01 B	257,96	166	20,6	11,7	5,69	3,45	2171,9	90,1	
"	17	Touriga 02 A	454,18	300	24,0	14,0	4,56	3,46	2172,8	80,6	
"	18	Touriga 02 B	366,53	240	22,0	12,7	4,92	3,41	2126,8	80,5	
"	19	Touriga 02 C	367,11	242	23,5	13,6	4,07	3,83	2278,5	87,6	
"	20	Touriga 03 A1	296,38	200	22,0	12,7	4,54	3,81	2293,9	93,5	
"	21	Touriga 03 A2	284,40	190	20,5	11,6	4,41	3,48	1961,0	76,1	
"	22	Touriga 03 A3	410,00	265	21,1	12,0	4,94	3,63	1884,6	75,2	
"	23	Touriga 03 A4	374,13	244	22,3	12,8	4,57	3,46	2278,9	92,1	
"	24	Touriga 03 B	396,50	255	20,2	11,5	4,35	3,78	2045,6	81,4	
"	25	Touriga 03 C	348,25	235	19,9	11,3	6,26	3,51	1913,2	71,8	

* - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

Antónia Oliveira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
Ensaio de Maturação das Uvas

Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de 200 Bagos (g) *	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ác. Tart.	pH	Antocianinas Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/09/15	1	Cabernet Sauvignon 09 A	142,51	84	28,3	> 17	5,40	3,29	1484,2	56,3	
"	2	Cabernet Sauvignon 09 B	204,41	123	25,7	15,2	5,35	3,32	1523,2	56,0	
"	3	Cabernet Sauvignon 10 B	149,12	86	28,2	> 17	4,04	3,54	1639,9	60,1	
"	4	Cabernet Sauvignon 10 C	156,77	94	27,4	> 16	5,22	3,32	1578,9	60,0	
"	5	Petit Verdot 07	179,66	113	26,0	15,4	5,58	3,45	2353,1	89,6	
"	6	Petit Verdot 08 A	189,13	118	26,0	15,4	5,68	3,40	2271,9	91,0	
"	7	Petit Verdot 08 B	199,24	128	25,7	15,2	5,52	3,40	1876,3	75,2	
"	8	Syrah 04 A	360,12	191	27,2	> 16	4,39	3,61	2279,8	91,6	
"	9	Syrah 04 B	314,74	178	26,9	15,9	4,90	3,54	2449,6	101,8	
"	10	Syrah 04 C	344,69	178	27,7	> 16	5,49	3,42	2371,1	89,5	
"	11	Syrah 05 A	375,72	226	27,2	> 16	4,25	3,49	2156,6	84,6	
"	12	Syrah 05 B	261,20	154	26,3	15,6	5,94	3,41	2068,9	75,6	
"	13	Syrah 05 C	251,41	134	27,4	> 16	4,71	3,51	2328,1	98,4	
"	14	Syrah 06 A	247,69	128	26,2	15,5	5,73	3,68	2268,0	90,4	
"	15	Syrah 06 B	277,2	162	25,2	14,8	5,92	3,43	2070,2	76,2	

* - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
 LABORATÓRIO DE ENOLOGIA
 Ensaio de Maturação das Uvas

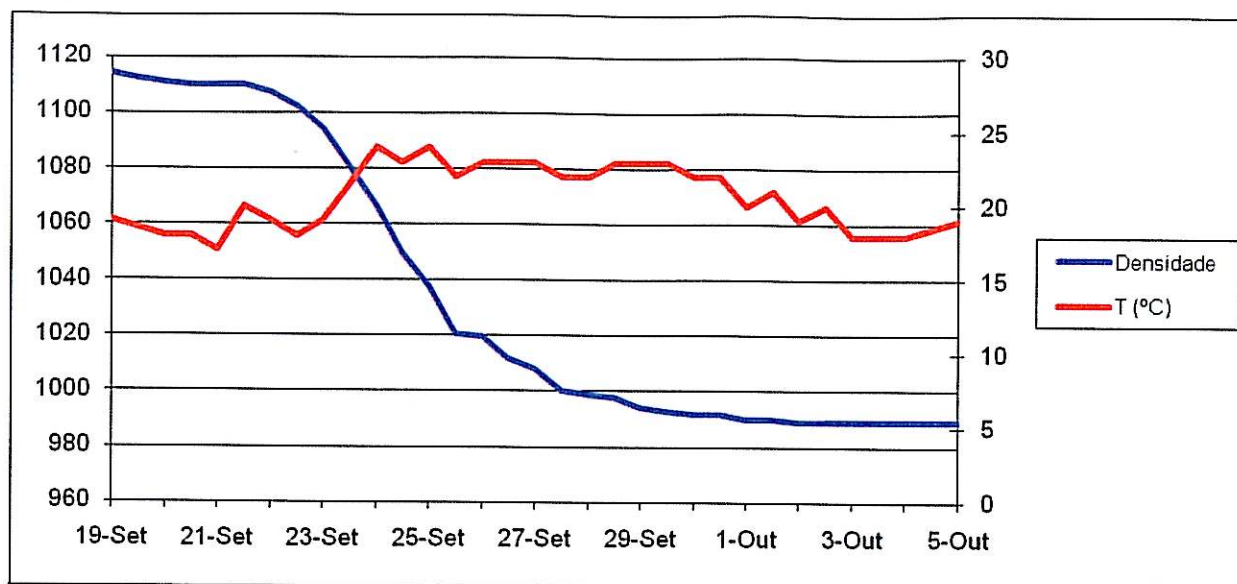
Proveniência – Sociedade Agrícola da Herdade
 do Arrepiado Velho, Lda

Data	N.º Ord.	Amostra	Peso de 200 Bagos (g) *	Volume do Mosto (ml)	Grau Brix	Álcool Provável (% vol.)	Acidez Total (g/l) Ác.Tart.	pH	Antocianas Totais (mg/l)	Índice Polifenóis Totais (280 nm)	Obs.
2008/09/15	16	Touriga 01 A	333,10	190	24,4	14,3	4,61	3,49	2378,9	99,8	
"	17	Touriga 01 B	229,72	134	22,6	13,2	5,81	3,54	2243,0	99,9	
"	18	Touriga 02 A	278,95	170	24,4	14,3	4,09	3,57	2350,9	97,1	
"	19	Touriga 02 B	242,27	150	23,0	13,4	4,78	3,47	2147,8	88,9	
"	20	Touriga 02 C	239,04	134	23,4	13,6	4,53	3,63	2171,9	93,4	
"	21	Touriga 03 A1	276,07	170	23,3	13,6	4,02	3,98	2130,3	90,8	
"	22	Touriga 03 A2	308,70	188	23,6	13,7	4,14	3,61	2058,8	80,5	
"	23	Touriga 03 A3	260,60	152	22,3	12,9	4,87	3,71	2216,7	89,4	
"	24	Touriga 03 A4	271,60	170	23,3	13,6	4,48	3,56	2031,6	80,0	
"	25	Touriga 03 B	301,51	180	23,4	13,6	4,18	3,79	2163,2	90,6	
"	26	Touriga 03 C	312,67	195	23,4	13,6	6,21	3,58	2022,4	71,8	

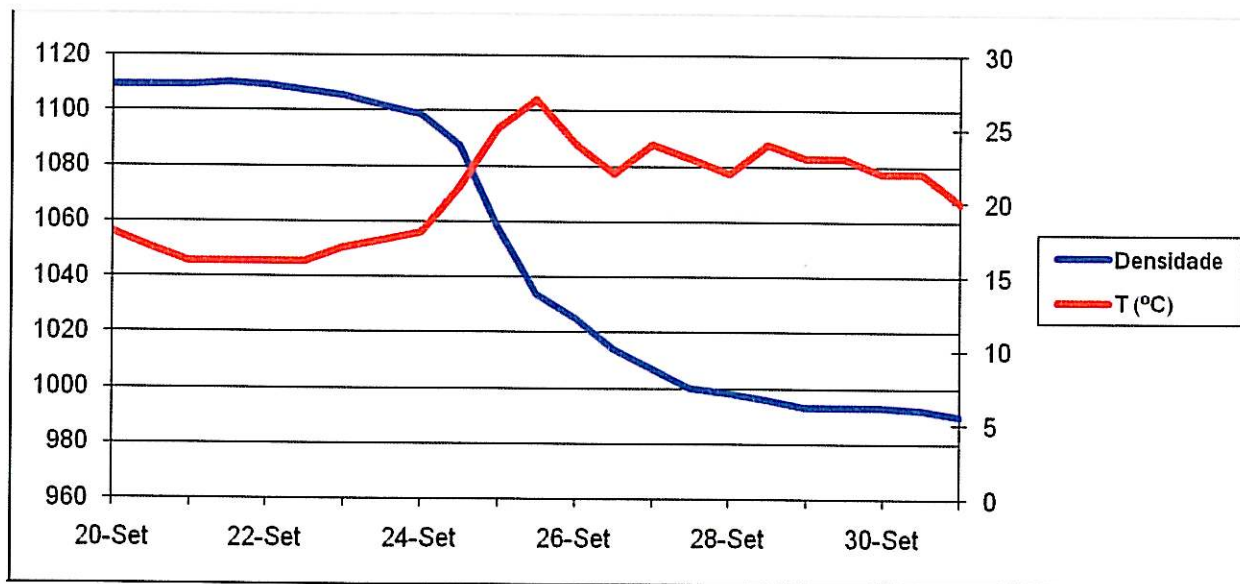
* - Como os bagos vinham muito esmagados e com muito mosto no saco, resolvemos aproveitar a amostra toda para o resultado ser correcto.

Antónia Oliveira

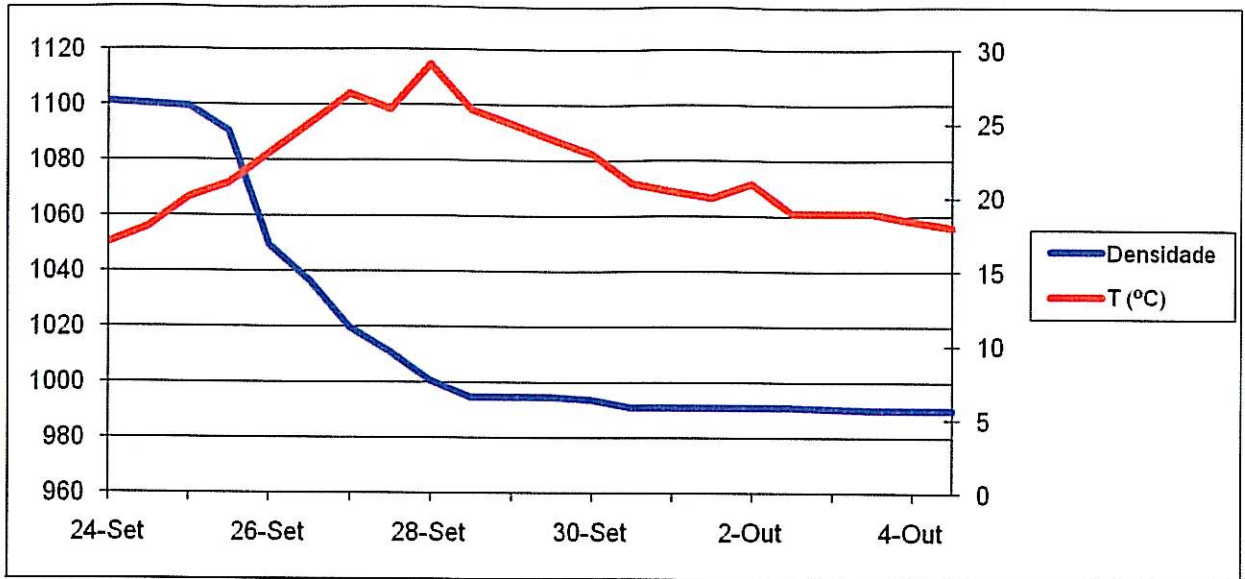
ANEXO III. Diagramas de fermentação dos quatro vinhos estudados.



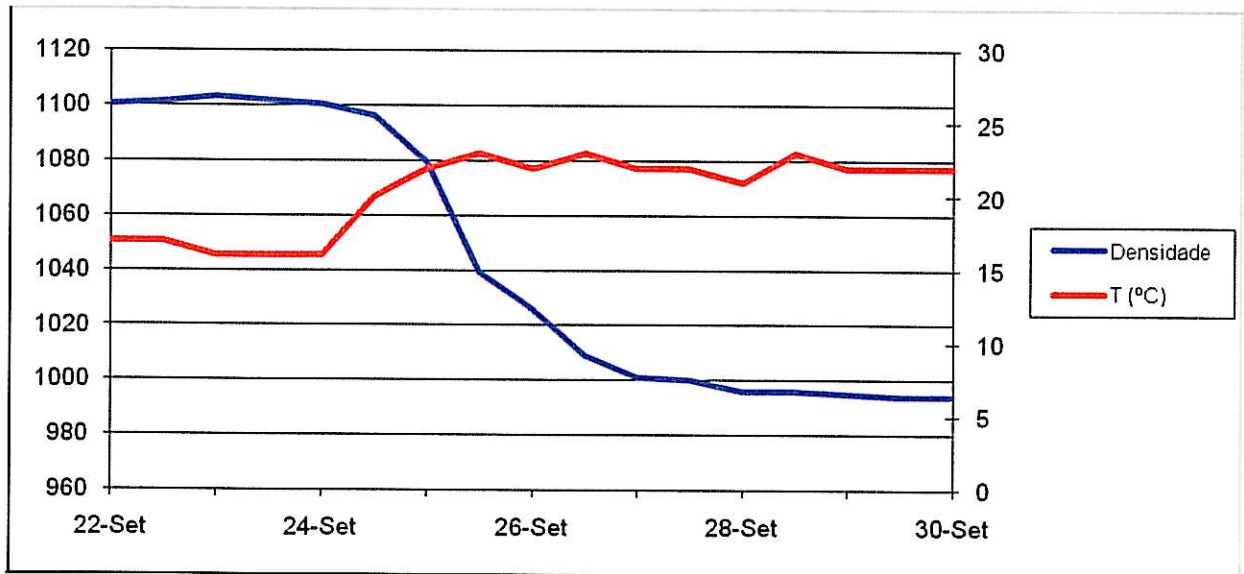
Anexo III.1. Diagrama de fermentação do vinho Sy A. (17 dias de contacto com as massas)



Anexo III.2. Diagrama de fermentação do vinho Sy B. (12 dias de contacto com as massas)



Anexo III.3. Diagrama de fermentação do vinho TN A. (11 dias de contacto com as massas)



Anexo III.4. Diagrama de fermentação do vinho TN B. (9 dias de contacto com as massas)

ANEXO IV. Leituras efectuadas no espectrofotómetro durante a análise à composição fenólica dos vinhos estudados..

THERMO SPECTRONIC ~ VISION32 SOFTWARE V1.25

Operator Name (None Entered)
 Department (None Entered)
 Organisation Unicam
 Information Metodo Somers

Date of Report 08-04-2009
 Time of Report 11:32:46

Results Table - fixed001

Data Mode Absorbance

	Sample	Cycle	420,0nm	520,0nm	620,0nm
1	SyA B	1	0,728	1,335	0,298
2		2	0,729	1,337	0,298
3		Mean:	0,728	1,336	0,298
4	SyA B (bissulfit)	1	0,506	0,654	0,172
5		2	0,503	0,647	0,171
6		Mean:	0,504	0,651	0,172
7	SyB B	1	0,592	1,089	0,235
8		2	0,592	1,088	0,235
9		Mean:	0,592	1,089	0,235
10	SyB B (bissulfit)	1	0,397	0,478	0,126
11		2	0,394	0,472	0,124
12		Mean:	0,395	0,475	0,125
13	SyA G	1	0,679	1,296	0,293
14		2	0,679	1,294	0,293
15		Mean:	0,679	1,295	0,293
16	SyA G (bissulfit)	1	0,434	0,526	0,142
17		2	0,430	0,519	0,139
18		Mean:	0,432	0,522	0,141
19	SyB G	1	0,556	1,031	0,242
20		2	0,556	1,029	0,242
21		Mean:	0,556	1,030	0,242
22	SyB G (bissulfit)	1	0,320	0,325	0,092
23		2	0,317	0,322	0,091
24		Mean:	0,319	0,323	0,092
25	TNA B	1	0,697	1,195	0,305
26		2	0,697	1,194	0,305
27		Mean:	0,697	1,194	0,305
28	TNA B (bissulfit)	1	0,481	0,555	0,155
29		2	0,475	0,544	0,152
30		Mean:	0,478	0,550	0,153
31	TNB B	1	0,614	0,957	0,279
32		2	0,614	0,956	0,279
33		Mean:	0,614	0,957	0,279

THERMO SPECTRONIC ~ VISION32 SOFTWARE V1.25

Operator Name (None Entered)
 Department (None Entered)
 Organisation Unicam
 Information Metodo Somers

Date of Report 08-04-2009
 Time of Report 11:32:46

	Sample	Cycle	420,0nm	520,0nm	620,0nm
34	TNB B (bissulfit	1	0,419	0,421	0,125
35		2	0,417	0,417	0,124
36		Mean:	0,418	0,419	0,125
37	TNA G	1	0,785	1,411	0,362
38		2	0,784	1,409	0,362
39		Mean:	0,784	1,410	0,362
40	TNA G (bissulfit	1	0,503	0,589	0,165
41		2	0,498	0,582	0,162
42		Mean:	0,500	0,585	0,164
43	TNB G	1	0,779	1,200	0,378
44		2	0,779	1,199	0,378
45		Mean:	0,779	1,199	0,378
46	TNB G (bissulfit	1	0,508	0,472	0,150
47		2	0,505	0,468	0,148
48		Mean:	0,507	0,470	0,149

All calculations have been performed to double precision as defined by ANSI/IEEE STD 754-1985 but have been rounded for display purposes.

Date Collected 08-04-2009 Time Collected 10:25:07
 Instrument ID 520309 Operator Name (None Entered)

Fixed Method - (Untitled)

Integ. Time 00:00:01 hh:mm:ssLamp Change 325,0 nm
 Bandwidth 2,0 nm

THERMO SPECTRONIC ~ VISION32 SOFTWARE V1.25

Operator Name Bioserae
Department (None Entered) Date of Report 08-04-2009
Organisation Unicam Time of Report 14:15:32
Information F3 10ml metanol+1\110 dil. Pepin raisin 9029

Results Table - fixed002

Data Mode Absorbance

	Sample	280,0nm	520,0nm
1	1,000	0,638	0,337
2	1'	0,722	0,382
3	2,000	0,858	0,473
4	2'	0,811	0,448
5	3,000	0,644	0,376
6	3'	0,655	0,384
7	4,000	0,696	0,438
8	4'	0,666	0,408
9	5,000	0,781	0,431
10	5'	0,877	0,479
11	6,000	0,741	0,422
12	6'	0,829	0,470
13	7,000	0,659	0,390
14	7'	0,706	0,414
15	8,000	0,645	0,401
16	8'	0,663	0,413

All calculations have been performed to double precision as defined by ANSI/IEEE STD 754-1985 but have been rounded for display purposes.

Date Collected 08-04-2009 Time Collected 13:52:21
Instrument ID 520309 Operator Name Bioserae

Fixed Method - (Untitled)

Integ. Time 00:00:01 hh:mm:ss Lamp Change 325,0 nm
Bandwidth 2,0 nm

ANEXO V. Ficha de prova distribuída ao painel de provadores.



Instituto Superior de Agronomia
Ficha de prova de vinho



Provedor: _____

Data		nº/ código do vinho								Observações
		+ Excelente ← → - Insuficiente				Defeitos				
						Anomalias	Excesso	Falta	Desequilíbrio	
Aspecto	Limpidez					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cor						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aroma	Franqueza					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Intensidade						<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Gosto	Estrutura (volume)								<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Persistência					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Apreciação global							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Data		nº/ código do vinho								Observações
		+ Excelente ← → - Insuficiente				Defeitos				
						Anomalias	Excesso	Falta	Desequilíbrio	
Aspecto	Limpidez					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cor						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aroma	Franqueza					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Intensidade						<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Gosto	Estrutura (volume)								<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Persistência					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Apreciação global							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Data		nº/ código do vinho								Observações
		+ Excelente ← → - Insuficiente				Defeitos				
						Anomalias	Excesso	Falta	Desequilíbrio	
Aspecto	Limpidez					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Cor						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aroma	Franqueza					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Intensidade						<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Gosto	Estrutura (volume)								<input checked="" type="checkbox"/>	
	Harmonia					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Persistência					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Apreciação global							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

ANEXO VI. Análise dos resultados obtidos na prova dos vinhos, incluindo a eliminação de valores *outliers*.

Sy A código 816

Atributo	Provedor												média	s2	s	PG			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
L	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	3	4	4,25	0,39	0,622	2,011	ñ se rejeita 3		
C	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4,50	0,27	0,522				
AF	3	3	4	3	2	3		4	4	4	2	4	3,27	0,62	0,786	1,619	ñ se rejeita 2		
AH	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3,58	0,27	0,515				
AI	3	3	3	2	3	3	4	4	5	3	2	4	3,25	0,75	0,866	2,021	ñ se rejeita 5	1,443	ñ se rejeita 2
GE	3	2	4	3	4	4	3	3	4	3	3	5	3,42	0,63	0,793	1,997	ñ se rejeita 5	1,787	ñ se rejeita 2
GH	3	3	3	4	2	4	3	2	4	4	2	4	3,17	0,70	0,835				
GP	2	4	4	4	2	5	3	3	4	3	3	3	3,33	0,79	0,888	1,881	ñ se rejeita 5		
AG	3	3	4	3	3	5	4	2	4	4	3	4	3,42	0,63	0,793	1,997	ñ se rejeita 5	1,787	ñ se rejeita 2

Obs. +equilibrado q SYB nariz mt fechado ácido? fresco aroma notas fruta verm computada, passa d uva

+fresco de boca amargo, verde fim prova macio

+nariz persistente algum volume

+elegante ligeiro amargo final mediana persistência

- L Limpedez
- C Cor
- AF Aroma - Franqueza
- AH Aroma - Harmonia
- AI Aroma - Intensidade
- GE Gosto - Estrutura (volume)
- GH Gosto - Harmonia
- GP Gosto - Persistência
- AG Apreciação Global

Sy B código 562

Atributo	Provedor												s	s2	média	PG	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
L	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	3	3	4,17	0,52	0,72	1,6259	ñ se rejeita 3
C	3	3	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4	4,17	0,70	0,83		
AF	3	4	3	3	2	3		3	3	4	2	3	3,00	0,40	0,63		
AH	4	4	4	2	2	3	2	3	4	4	2	4	3,17	0,88	0,94		
AI	4	3	3	2	4	3	4	3	5	4	2	5	3,50	1,00	1,00		
GE	2	4	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2,75	0,39	0,62	2,011	ñ se rejeita 4
GH	3	3	3	2	3	2	3	4	4	3	2	3	2,92	0,45	0,67		
GP	3	4	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2,83	0,33	0,58	2,0265	ñ se rejeita 4
AG	3	4	3	2	2	3	3	3,5	4	4	2	3	3,04	0,57	0,75		

Obs.

ligeiramente reduzido
amargo final

harmonia nariz:fruta madura,compota

mt madurão
presente na boca
ms ñ mt longo

fruta vermelha
framboesa
cereja
compota
algum volume
retronasal frutado
mediana persistência

TN A código 931

Atributo	Provedor												média	s2	s	PG	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
L	4	2	5	4	4	4	5	4	3	5	3	4	3,92	0,81	0,90	2,1289	ñ se rejeita 2
C	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4,67	0,24	0,49		
AF	3	2	4	4	4	4	3	3	5	4	2	4	3,55	0,87	0,93		
AH	3	2	4	4	4	5	3	3	5	3	2	5	3,58	1,17	1,08		
AI	3	4	4	3	3	4	4	3	5	3	3	4	3,58	0,45	0,67	2,119	ñ se rejeita 5
GE	3	4	3	4	4	4	3	3	4	2	2	5	3,42	0,81	0,90	1,7586	ñ se rejeita 5
GH	2	3	3	3	3	3	4	2	5	3	2	4	3,08	0,81	0,90		
GP	2	4	3	3	3	3	4	2	5	3	2	5	3,25	1,11	1,06		
AG	2	3	4	4	4	4	4	3	5	3	2	5	3,58	0,99	1,00		

Obs.

+nariz
-elegante de nariz
+fraco de boca

amargo nariz bem marcado por TN
elegante
excelente harmonia e equilibrio nariz/boca

notas fruta madura
macio
mt fácil boca
ligeiro

TN B código 704

Atributo	Provedor												PG	nova média	s2	s							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
L	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	2	3	4,08	0,81	2,31	0,90	2						
C	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4,75	0,20		0,45							
AF	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	3,82	0,56	1,57	0,75							
AH	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	2	4	3,83	0,52	1,63	0,72							
AJ	3	4	5	5	3	5	4	4	4	4	3	3	3,92	0,63		0,79							
GE	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	2	4	3,00	0,36		0,60							
GH	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3,25	0,20		0,45							
GP	2	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	5	3,25	0,75	2,02	0,87							
AG	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3,75	0,20		0,45							

Obs.

+boca q TNA excelente aroma
 adocicado nariz elegante
 notas florais
 equilíbrio c componente frutada
 aroma groselha (licor)
 mt ligeiro na boca
 macio
 pco adstringente