

Recebido em 1 de Agosto de 2001

## Estudo preliminar de avaliação da variabilidade do teor de óleo de bolota e da sua composição em ácidos gordos

SUZANA FERREIRA-DIAS <sup>(1)</sup>

ANA MARIA SEQUEIRA <sup>(1)</sup>

JOSÉ CARDOSO DE MENEZES <sup>(2)</sup>

PAULA FERREIRA DA COSTA <sup>(2)</sup>

JOSÉ MANUEL ABREU <sup>(1)</sup>

### RESUMO

A identificação de árvores produtoras de frutos com elevado teor de óleo será um aspecto a considerar em futuros trabalhos de melhoramento da azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.), no sentido da valorização desta espécie, tanto para a alimentação humana como animal.

Assim, neste trabalho, pretendeu-se investigar a eventual variabilidade, no teor de óleo e sua composição em ácidos gordos, de bolotas colhidas em diferentes árvores provenientes de (i) locais distintos (Arronches, Elvas e Moura) ou (ii) do mesmo local. Para além da quantificação do teor de óleo dos frutos pelo método de referência (extração por solvente em aparelho de Soxhlet), pretendeu-se implementar uma metodologia de análise quantitativa expedita (Espectroscopia de Infravermelho Próximo — “Near Infrared Spectroscopy”), que permita detectar a variabilidade em grandes amostras. A utilização da metodologia NIR mostrou-se adequada à determinação do teor de óleo nas bolotas. Os teores de óleo das bolotas provenientes de Arronches, Elvas e Moura variaram entre 7,5% e 14,2%. O factor local não revelou ter influência significativa nos teores de óleo da bolota, nem na sua composição em ácidos gordos. Através de análise em componentes principais e classificação hierárquica dos dados obtidos, verificou-se que a composição em ácidos gordos parece estar associada ao teor de óleo nos frutos, uma vez que se observaram teores mais elevados de ácidos gordos insaturados nas bolotas mais ricas em óleo.

**Palavras-chave:** Azinheira; Bolota; Espectroscopia de Infravermelhos Próximos; Óleo de bolota; *Quercus rotundifolia*.

---

<sup>(1)</sup> Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

<sup>(2)</sup> CEBQ, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa.

## ABSTRACT

Preliminary study on the assessment of the variability  
on the oil content of acorns and on its fatty acid composition

The identification of trees producing high oil content fruits will be a target to consider in further studies on *Quercus rotundifolia* Lam. improvement, both for human and animal feed purposes.

The aim of this study was the assessment of variability, concerning oil content and respective fatty acid composition, of acorns from different trees grown in (i) different stands on the South of Portugal (Arronches, Elvas and Moura) or (ii) from the same stand. In addition, a Near Infrared Spectroscopy methodology was developed to evaluate the oil content of the acorns. Results were similar to those obtained via solvent extraction in a Soxhlet apparatus (reference method). Oil content varied from 7.5% to 14.2% of acorns from Arronches, Elvas or Moura. Neither the oil content of the fruits nor its fatty acid composition showed to depend on the stand. Principal component analysis and cluster analysis of data showed that the fatty acid composition of the oil seems to be related to oil content in the acorns: higher contents of unsaturated fatty acids are observed in oils from the acorns with higher oil content.

**Keywords:** Acorn; Near Infrared Spectroscopy; Oil; *Quercus rotundifolia*.

## 1. Introdução

Os montados de azinho (*Quercus rotundifolia* Lam.) representam cerca de 16% do coberto florestal Português (Goes, 1991; Fabião, 1996), a que deverá corresponder uma produção anual média de 140 000 toneladas de bolota.

No passado, a azinheira teve muito interesse como produtora de fruto destinado à alimentação animal e, mais recentemente, à extracção de óleo para alimentação humana. Apesar do óleo de bolota ter uma composição semelhante à do azeite, os teores relativamente baixos no fruto tornaram inviáveis, do ponto de vista económico, a sua extracção em Portugal, a partir dos anos 70 (Ferrão e Ferrão, 1988).

A variabilidade fenotípica, observada em árvores do mesmo montado, poderá eventualmente verificar-se na quantidade de óleo e composição química dos frutos dessas árvores. O melhoramento da azinheira, no sentido da produção de frutos ricos em óleo, poderá contribuir para a valorização desta espécie.

Nesse sentido, pretendeu-se investigar a eventual variabilidade, no teor de óleo e sua composição em ácidos gordos, de bolotas colhidas em diferentes árvores provenientes de (i) locais distintos (Arronches, Elvas e Moura) ou (ii) do mesmo local. Para além da quantificação do teor de óleo dos frutos

pelo método de referência (extração por solvente em aparelho de Soxhlet), pretendeu-se também implementar uma metodologia de análise quantitativa expedita (Espectroscopia de Infravermelho Próximo — “Near Infrared Spectroscopy”), que facilite a detecção da variabilidade em grandes amostras.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Material

Utilizaram-se amostras de cerca de 200g de frutos maduros de *Quercus rotundifolia*, colhidas em Arronches, Elvas e Moura (50 amostras por local) de 15 a 20 de Novembro de 1999. Cada amostra correspondeu a uma árvore seleccionada aleatoriamente. Os frutos foram armazenados inteiros a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

### 2.2. Métodos

#### 2.2.1. Caracterização edafo-climática

A caracterização climática dos locais seleccionados foi feita com base nas cartas do Atlas do Ambiente. Assim, Arronches tem uma precipitação média anual de 600 a 700 mm, com uma temperatura média anual situada entre os  $16^{\circ}\text{C}$  e  $17,5^{\circ}\text{C}$ . Quanto à altitude encontra-se a 200 m do nível médio do mar. Elvas tem uma precipitação média anual equivalente a Arronches mas uma temperatura média anual ligeiramente inferior, compreendida entre  $15^{\circ}\text{C}$  e  $16^{\circ}\text{C}$ , situando-se igualmente a 200 m de altitude. Moura está situada em zona de menor precipitação e mais elevada temperatura, com valores menores que 500 mm para a precipitação média anual e temperaturas médias anuais superiores a  $17,5^{\circ}\text{C}$ . Moura situa-se a 100 m de altitude.

Para a caracterização dos solos foi realizada a análise sumária de 3 amostras de terra por local, no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Lisboa.

#### 2.2.2. Caracterização morfológica dos frutos

A massa média dos frutos por amostra foi estimada a partir da pesagem de 20 frutos por amostra, obtidos aleatoriamente.

A relação casca/miolo (tegumento/amêndoa) foi estabelecida a partir de subamostras de 20 frutos grandes (massa superior a 9 g), 20 frutos médios

(massa entre 9 g e 5 g) e 20 frutos pequenos (massa menor que 5 g). Nos frutos seleccionados, foram feitas incisões na casca. Em seguida, foram secos a 103 °C durante 24 horas, descascados e a casca e miolo pesados individualmente.

### **2.2.3. Moenda**

Após descongelação, os frutos foram descascados e triturados num moinho de facas até se obter uma textura fina e homogénea.

### **2.2.4. Determinação do teor de humidade**

A humidade foi determinada em triplicado, por secagem em estufa a 103 °C até massa constante, de amostras de cerca de 5 g cada.

### **2.2.5. Tratamento térmico**

O tratamento térmico de oleaginosas, antes da extracção por solvente, pode aumentar o rendimento em óleo e promover a qualidade do óleo (Hoffman, 1989).

Assim, neste trabalho as amostras de bolota descascada e moída foram submetidas a um tratamento térmico de 75 °C durante 90 minutos. Esta opção foi tomada na sequência de um trabalho anterior (Ferreira-Dias *et al.*, submetido), de optimização da extracção de óleo de frutos do género *Quercus*.

### **2.2.6. Quantificação do teor de óleo dos frutos — extracção por solvente**

Após o condicionamento, procedeu-se à extracção, em duplicado, do óleo de amostras com cerca de 25 g cada com *n*-hexano *p.a* em aparelho de Soxhlet (método de referência), durante 7 horas.

### **2.2.7. Quantificação do teor de óleo dos frutos por FT-NIR**

#### **2.2.7.1. Fundamentos**

A técnica de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (“Near Infrared Spectroscopy” — NIR) é uma técnica não destrutiva que se baseia na caracterização das amostras a partir dos seus espectros de radiação infravermelho-próximo, os quais estão relacionados com as propriedades químicas (e.g. composição) e físicas (e.g. granulometria, viscosidade) das mesmas. Tal confere ao

método versatilidade analítica mas, simultaneamente, implica a necessidade de recorrer ao uso de metodologias matemáticas, nomeadamente a técnicas de calibração multivariada.

A implementação do método de análise por NIR passa obrigatoriamente por duas fases: a Calibração e a Validação.

Designa-se por Calibração, o processo de construção de um modelo matemático que permita prever propriedades das amostras em estudo a partir do seu espectro de NIR.

Construído o modelo de calibração, é necessário testar as suas capacidades previsionais. Nesse sentido, utiliza-se um novo conjunto de amostras bem caracterizadas que são analisadas, simultaneamente, pelo método de referência e pela técnica FT-NIR. O conjunto de validação deve ter uma dimensão de 20 a 40% da do conjunto de calibração.

Uma vez construído o modelo de calibração e realizada a sua validação, o sistema NIR funciona de forma muito simples e rápida (30 segundos por amostra), sem necessidade de novas calibrações, a não ser que ocorram alterações significativas no processo em estudo. As novas amostras serão analisadas nas mesmas condições que as do conjunto de treino. Após traçar o espectro, o equipamento de NIR calcula, a partir do modelo de calibração, o resultado.

#### **2.2.7.2. Modo operativo**

A obtenção de informação dos dados e a sua aplicação na implementação do método de quantificação do teor de óleo das amostras de bolota por NIR, foi realizada em duas etapas:

- (i) pré-processamento dos espectros (correção da linha de base, correção do efeito de dispersão da luz, cálculo da primeira e segunda derivadas, selecção das melhores regiões espectrais ) de forma a minimizar o ruído e realçar os sinais correspondentes ao parâmetro de interesse (teor de óleo);
- (ii) estabelecimento de um modelo de correlação entre os dados obtidos pelo método de referência (método de extracção por solvente) e espectrais, por aplicação de técnicas de calibração multivariadas.

Para a calibração do aparelho foram utilizadas 45 amostras de bolota (14 Arronches, 16 Elvas e 15 Moura), moídas sem casca e secas em estufa a 60 °C durante 24 h, de modo a que a actividade da água ( $a_w$ ) fosse menor ou igual a 0,3.

Para cada amostra obteve-se um mínimo de dois espectros. No caso de amostras com problemas de homogeneidade, obtiveram-se três espectros. No total foram realizados 118 espectros.

Para a validação foram utilizadas 25 amostras de bolota nas mesmas condições das utilizadas para fazer a calibração.

As condições de análise em FT-NIR foram as seguintes: espectros de reflectância difusa, entre os 4000 a 12000  $\text{cm}^{-1}$ , com 16  $\text{cm}^{-1}$  de resolução, obtidos com o acessório "Examir" num espectrofotómetro FT-NIR da ABB Bomen, modelo MB 160.

O "software" utilizado para desenvolver o modelo de calibração foi o PLS/IQ (Galactic Co USA). No pré-processamento, para a correcção da dispersão da luz, foi utilizado o algoritmo MSC ("Mean Scatter Correction"). Para o cálculo da segunda derivada foi utilizado o algoritmo de Savitsky-Golay e foi seleccionada a região espectral entre 8640 a 4065  $\text{cm}^{-1}$ . A região espectral que se observou ser a mais fortemente correlacionada com o teor de óleo dos frutos de *Quercus rotundifolia* situa-se entre os 5600 e 5800  $\text{cm}^{-1}$ .

### 2.2.8. Determinação da composição em ácidos gordos

Após a extracção por solvente e quantificação do teor de óleo das 150 amostras de bolota, foram seleccionadas, por local, 2 amostras de baixo teor de óleo (inferior a 10,4%), 2 amostras de teor médio de óleo (cerca de 11,5%) e 2 amostras com teor de óleo mais elevado (superior a 13%), para determinação da composição em ácidos gordos constituintes. Os ácidos gordos constituintes do óleo extraído foram determinados por cromatografia gasosa segundo a norma "NP 974".

### 2.2.9. Tratamento dos resultados

Os resultados do teor de óleo das 150 amostras de bolota analisadas foram submetidos a Análise de Variância com teste de comparação múltipla das diferenças mínimas significativas (LSD — "least significant differences").

Os resultados relativos ao conjunto de amostras em que se determinou não só o teor de óleo, mas também a sua composição em ácidos gordos constituintes (total de 6 variáveis), foram sujeitos a Análise em Componentes Principais e Classificação Hierárquica ("Cluster Analysis").

A Análise em Componentes Principais (ACP) permite substituir o sistema de  $m$  eixos iniciais (correspondentes às  $m$  variáveis iniciais) por um conjunto

de  $n$  novos eixos, designados por componentes principais, que são combinações lineares das  $m$  variáveis iniciais, de modo a que a variância seja máxima (Dagneli, 1977). A primeira componente principal apresenta a máxima correlação entre todas as variáveis e explica a maior proporção da variância global (Powers, 1988). As componentes principais seguintes apresentam variâncias sucessivamente menores. Na prática, apenas se consideram as componentes principais, cujos valores próprios sejam superiores à unidade e portanto significativas. Assim, é possível a redução de um espaço  $m$ -dimensional, num de menor número de dimensões  $n$ , sem que haja grande perda de informação (Harman, 1976; Hoffman e Young, 1983).

A Classificação Hierárquica (“Cluster Analysis”) permite avaliar, no hiperespaço das amostras, a distância entre elas. Em seguida, essas amostras são agrupadas em função da sua proximidade. No final obtém-se um dendrograma semelhante às “árvores genealógicas”. Para cada nível de semelhança vão-se obter diferentes grupos de amostras (Mirkin, 1996).

Utilizou-se a distância Euclidiana como medida de similaridade e, como método de aglomeração, o método da ligação simples, ou seja, a distância entre dois grupos é determinada pela distância entre os dois objectos mais próximos, presentes nos diferentes grupos. Através da Classificação Hierárquica pretendeu-se verificar a existência de grupos sugeridos pela projecção das amostras num espaço definido pelas componentes principais significativas.

A análise estatística dos resultados foi feita com o auxílio do programa “Statistica<sup>TM</sup>”, versão 5, da Statsoft, USA, excepto a análise dos dados relativos à quantificação do teor de óleo por FT-NIR, para a qual foi utilizado um “software” específico, PLS-IQ (Galactic Co, USA).

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. Caracterização edáfica

Os resultados da análise sumária dos solos dos locais seleccionados encontram-se no Quadro 1. Como se pode observar, dos três locais estudados, os solos de Moura são os que apresentam nível de nutrientes minerais, teor de matéria orgânica e pH mais elevados. Estas características podem eventualmente contribuir para a criação de condições favoráveis à produtividade da azinheira.

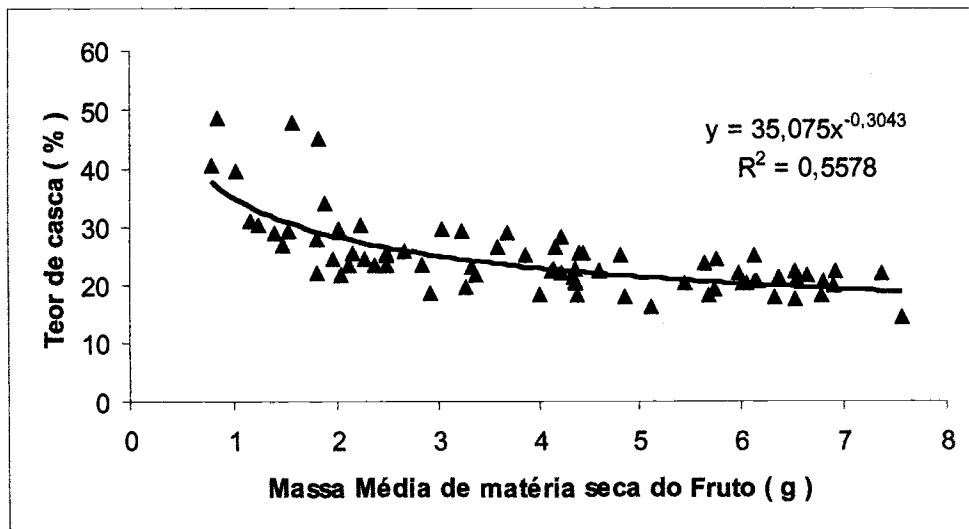
Quadro 1

Análise sumária das amostras de terra dos locais seleccionados

Local	Parâmetros						
	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) ppm	(K <sub>2</sub> O) ppm	(Ca) ppm	(Mg) ppm	Mat. Org. (%)	Textura	pH
Arronches	34,0	91	558	68	1,5	Grosseira	5,0
Elvas	15,0	90	257	87	0,7	Média	5,5
Moura	50,8	183	1287	202	4,3	Grosseira	5,7

Figura 1

Relação entre a massa média de matéria seca (g)  
e o teor de casca (%) dos frutos



### 3.2. Caracterização morfológica dos frutos

Na Figura 1, está representada a relação entre o teor de casca e a massa dos respectivos frutos, a qual pode ser descrita através da seguinte equação:

$$y = 35,075 x^{-0,3043}$$
$$R^2 = 0,5578 \quad (60 \text{ pontos experimentais})$$

onde  $y$  representa o teor de casca (%) e  $x$  a massa de matéria seca dos frutos (g).

Verifica-se que (Fig. 1) nos frutos de menores dimensões o teor de casca diminui mais acentuadamente com o aumento de massa média. Para frutos de dimensões superiores, o teor de casca mantém-se praticamente constante em cerca de 20%.

### 3.3. Quantificação do teor de óleo dos frutos — extracção por solvente

Os teores de óleo das bolotas provenientes dos locais em estudo variaram entre 7,5% e 14,2%, com valores médios de 11,3%, 11,8% e 11,4%, respectivamente em Arronches, Elvas e Moura. Da análise de variância destes resultados, concluiu-se não existirem diferenças significativas no teor de óleo de amostras provenientes de locais com características edafo-climáticas diferentes.

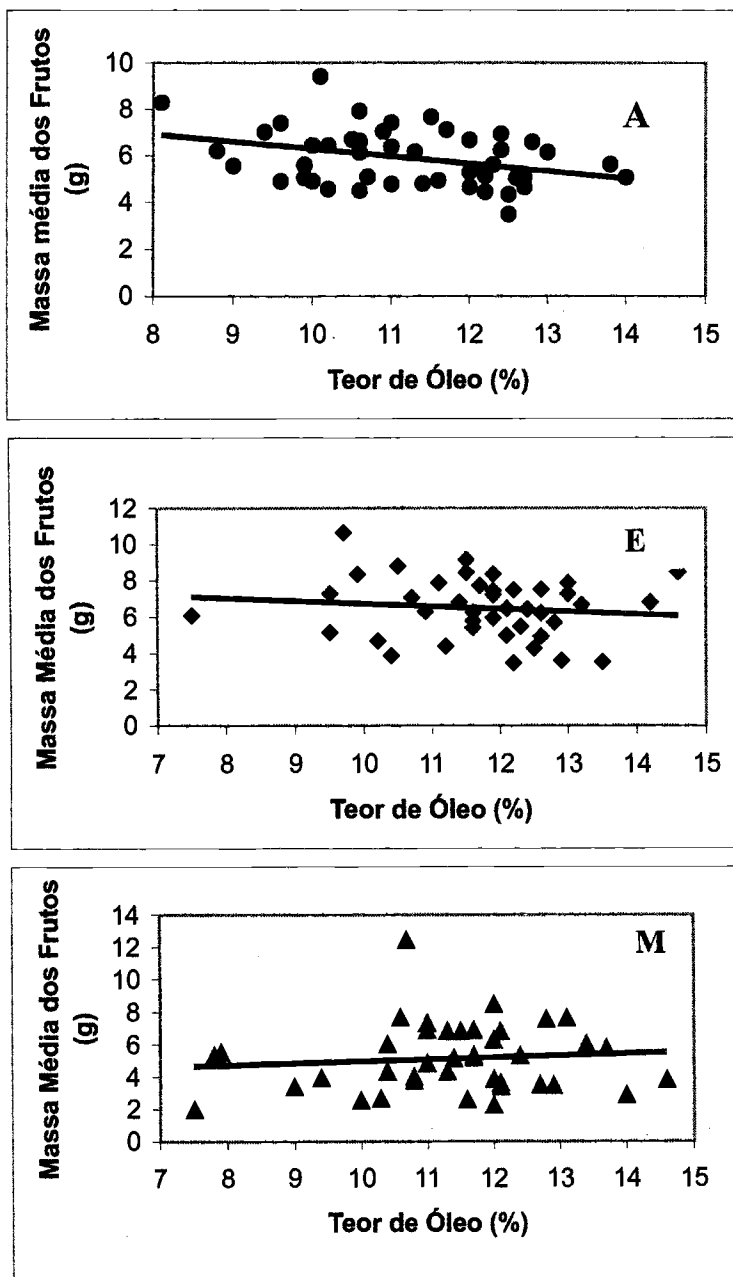
Para cada uma das zonas estudadas, a relação entre a massa média dos frutos inteiros por amostra e os seus teores de óleo encontra-se na Figura 2. Como se pode observar, o teor de óleo mostrou não depender da massa média dos frutos, nas amostras estudadas.

### 3.4. Quantificação do teor de óleo dos frutos por FT-NIR

Na Figura 3, encontra-se representada a curva de regressão linear do melhor modelo de calibração do FT-NIR, obtido para a determinação do teor de óleo em bolotas moídas, que relaciona os teores de óleo determinados pelo método de referência (extracção por solvente em aparelho de Soxhlet) com os resultados espectrais do NIR.

Figura 2

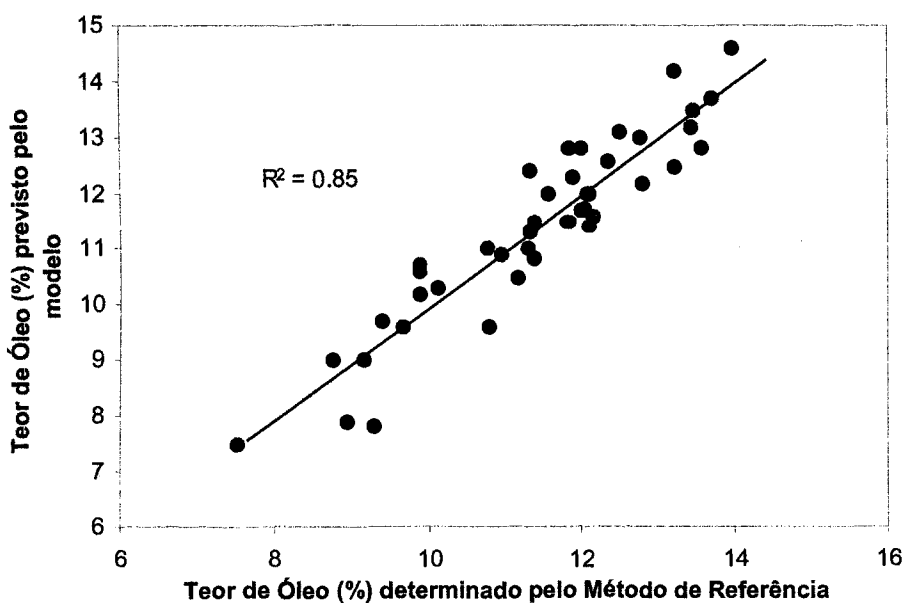
Representação da massa média dos frutos das amostras colhidas em (A) Arronches, (E) Elvas e (M) Moura e dos respectivos teores de óleo



O modelo de regressão linear (Mínimos Quadrados Parciais) estabelecido mostra existir uma forte correlação ( $R^2 > 0,85$ ) entre os dados espectrais e o teor de óleo, podendo estabelecer-se uma calibração que permite o seu doseamento com base exclusiva nos respectivos espectros de FT-NIR. Não foi possível melhorar os resultados uma vez que se teve por base de trabalho uma amostragem reduzida e não otimizada.

Figura 3

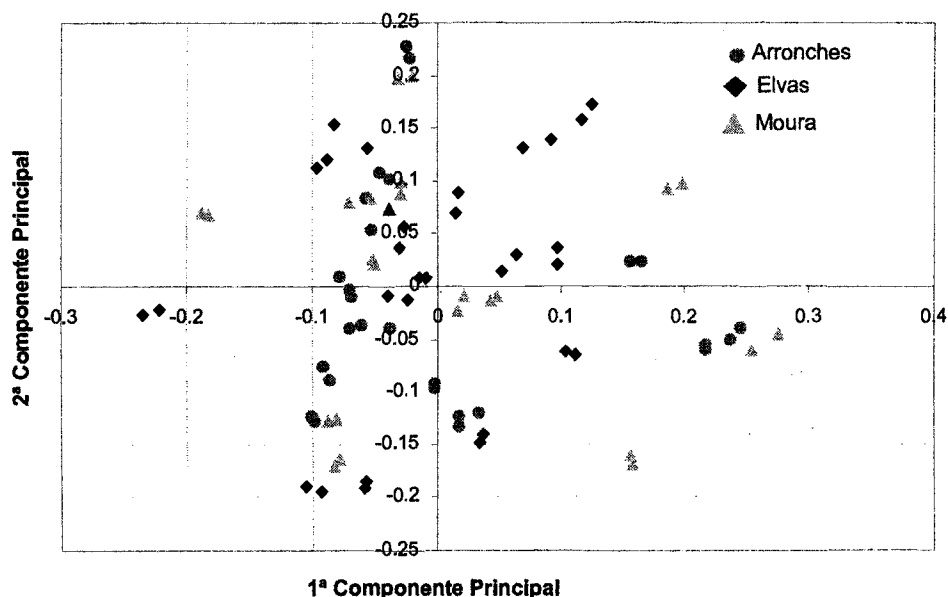
Curva de regressão multilinear do melhor modelo de calibração do NIR, obtido para a determinação do teor de gordura (%) em bolotas moídas



Na Figura 4, estão representadas as amostras num plano formado pela primeira e segunda componentes principais, baseado apenas na informação espectral. Este plano encerra cerca de 81% da informação contida nos dados originais. Como se pode observar, não há agrupamento de amostras por local de origem, à semelhança do concluído por análise de variância dos teores de óleo determinados pelo método de referência.

**Figura 4**

*Projecção das amostras no plano formado pelas duas primeiras componentes principais, com base exclusiva nos espectros originais das amostras de bolotas provenientes de cada uma das regiões estudadas*



### 3.5. Identificação das amostras em função do teor de óleo e da composição em ácidos gordos

Os teores de óleo e respectiva composição em ácidos gordos das amostras de bolota seleccionadas encontram-se no Quadro 2. Os valores obtidos estão de acordo com os observados por Ferrão e Ferrão (1988) em amostras de bolotas colhidas entre 1984 e 1986 no Centro e Sul de Portugal.

Os resultados do Quadro 2 foram submetidos a Análise em Componentes Principais. Os valores próprios das componentes principais extraídas, e respectivas variâncias, encontram-se no Quadro 3. Como se pode verificar, o espaço inicial representado por 6 dimensões (6 variáveis) pode ser reduzido a um plano,  $F_1F_2$ , definido pelas duas primeiras componentes principais que, por apresentarem valores próprios superiores à unidade, são as significativas (Dagneli, 1977; Powers, 1988). Este plano encerra cerca de 72% da variância e, como tal, da informação contida nos dados originais (Quadro 3).

Quadro 2

Teores de óleo e respectiva composição em ácidos gordos das amostras seleccionadas de frutos de *Quercus rotundifolia*.  
(A - Arronches; E - Elvas; M - Moura; C16, C18, C18:1, C18:2, C18:3 — % dos ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linolénico, respectivamente)

Amostra	Óleo (%)	C16 (%)	C18 (%)	C18:1 (%)	C18:2 (%)	C18:3 (%)
A9	8,1	13,1	3,6	65,4	15,5	0,7
A19	8,8	13,2	3,2	66,1	15,1	0,8
A26	14,0	12,3	2,8	65,4	17,4	0,8
A27	11,0	12,5	3,8	65,8	15,5	0,7
A42	13,8	11,8	3,7	68,1	13,8	0,7
A44	11,0	12,5	3,1	66,9	15,4	0,5
E1	7,5	14,7	2,1	63,2	17,8	0,9
E7	9,5	12,4	1,9	68,6	15,3	0,7
E23	11,7	13,2	3,8	66,2	14,6	0,6
E31	14,2	12,2	2,5	70,4	13,0	0,5
E33	14,6	12,0	2,0	66,7	16,6	0,9
E46	11,9	12,4	2,3	65,0	18,0	0,8
M16	13,3	13,4	2,8	68,1	13,5	0,7
M23	7,8	13,5	3,0	64,1	16,9	0,9
M26	11,7	12,0	3,4	63,7	18,5	0,9
M27	10,4	11,6	2,5	64,0	19,4	0,8
M39	11,6	12,9	3,2	68,9	12,6	0,8
M43	13,7	12,2	3,3	68,6	13,7	0,6

Nas Figuras 5 e 6, encontram-se projectadas no plano  $F_1F_2$  as variáveis originais e as amostras, respectivamente. Por observação da Figura 5, conclui-se que o primeiro eixo (primeira componente principal) está negativamente correlacionado com a concentração do ácido oleico (C18:1) e positivamente com os teores dos ácidos linoleico e linolénico (C18:2 e C18:3, respectivamente).

Ou seja, esta componente principal pode ser identificada como o eixo dos ácidos gordos insaturados com 18 átomos de carbono na molécula. A segunda componente principal identifica-se com o ácido palmítico (C16). Verifica-se que a concentração deste ácido diminui ao longo do segundo eixo. Relativamente ao teor de óleo e de ácido esteárico (C18), estas variáveis estão igualmente correlacionadas com ambos os eixos e encontram-se, respectivamente, no 2º e 3º quadrantes.

### Quadro 3

*Valores próprios das componentes principais  
extraídas da matriz de dados do Quadro 2,  
e respectivas variâncias*

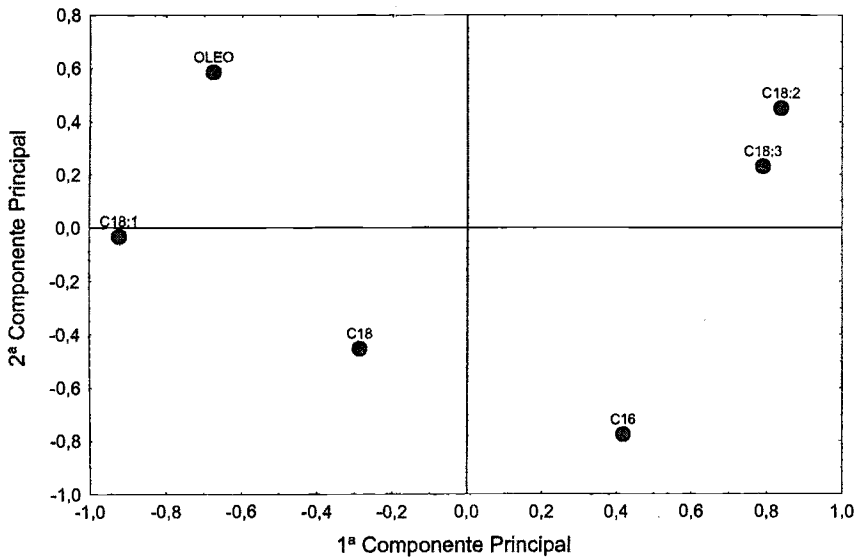
Componente principal	Valor próprio	Variância (%)	Variância acumulada (%)
1	2,89	48,22	48,22
2	1,41	23,49	71,71
3	0,96	16,02	87,73
4	0,47	7,90	95,63
5	0,26	4,33	99,96
6	0,01	0,04	100,00

A projecção das amostras com diferentes proveniências, no plano  $F_1F_2$  (Fig. 6), não revela qualquer agrupamento específico por local. Contudo, a apreciação conjunta das Figuras 5 e 6 indica que o óleo das amostras com teores mais elevados é rico em ácidos gordos insaturados, enquanto o óleo de amostras pobres tende a ser mais saturado, ou seja, a apresentar uma maior proporção de ácidos palmítico e esteárico.

Quando os dados do Quadro 3 foram sujeitos a Classificação Hierárquica, obteve-se o dendrograma representado na Figura 7. Assim, se por exemplo se considerar a distância de ligação 2,4 (linha a tracejado) obtêm-se 5 grupos de amostras que correspondem aos agrupamentos sugeridos na projecção das amostras no plano  $F_1F_2$  formado pelas duas primeiras componentes principais (Fig. 6).

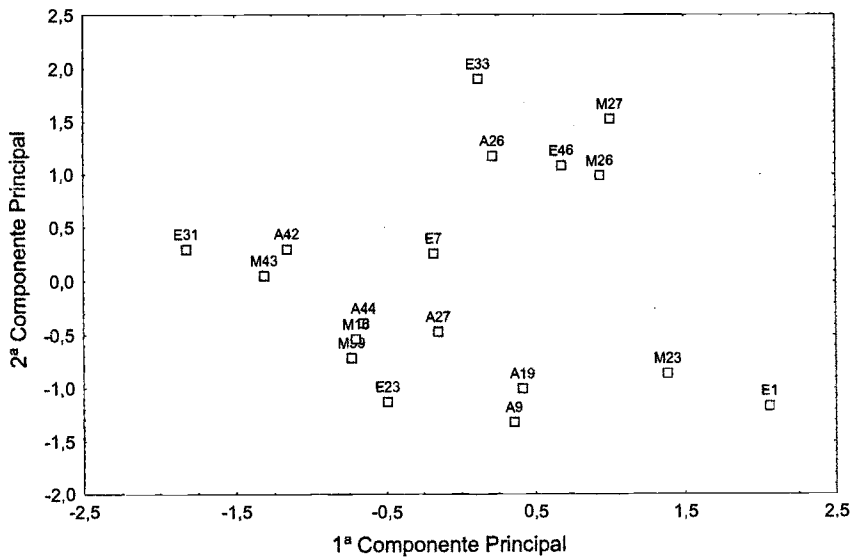
**Figura 5**

*Projeção das variáveis originais (C16; C18, C18:1, C18:2 e C18:3 — ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e linoléico, respectivamente) num plano formado pelas duas primeiras Componentes Principais*



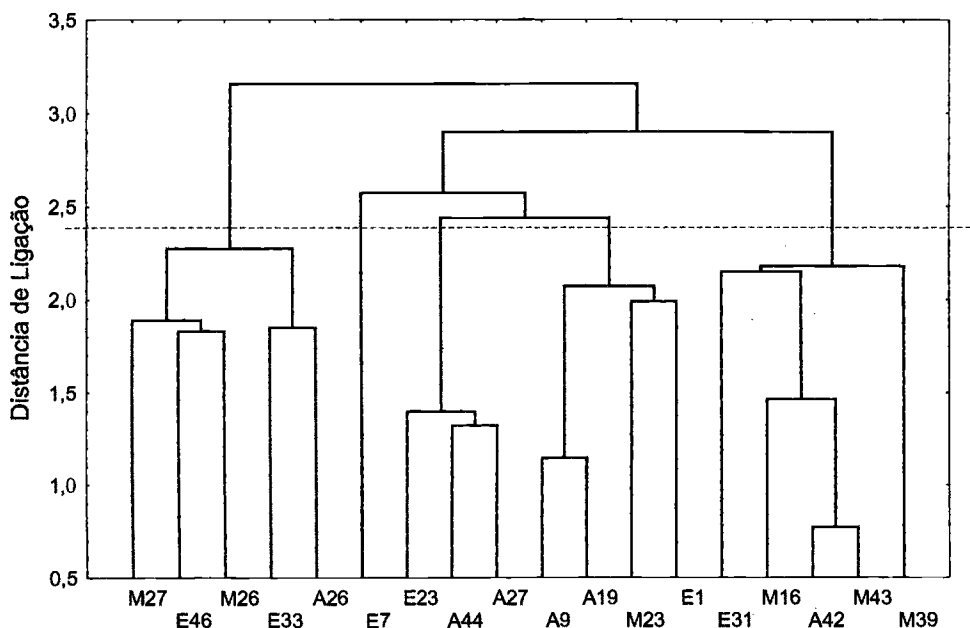
**Figura 6**

*Projeção das amostras colhidas em (A) Arronches, (E) Elvas e (M) Moura, no plano formado pelas duas primeiras Componentes Principais*



**Figura 7**

Dendrograma das amostras colhidas em (A) Arronches, (E) Elvas e (M) Moura, considerando o teor de óleo e a composição em ácidos gordos



#### 4. Conclusões

Os teores de óleo das bolotas, provenientes de Arronches, Elvas e Moura, variaram entre 7,5% e 14,2%, e mostraram não depender da massa média dos frutos.

A utilização da metodologia NIR revelou-se adequada à determinação do teor de óleo nas bolotas.

Os resultados obtidos mostraram que o factor local não teve uma influência significativa nos teores de óleo dos frutos de *Quercus rotundifolia*, nem na sua composição em ácidos gordos. Através de análise multivariada de dados (análise em componentes principais e classificação hierárquica), verificou-se que a composição em ácidos gordos parece estar associada ao teor de óleo, uma vez que se observaram teores mais elevados de ácidos gordos insaturados nos frutos mais ricos em óleo. Esta variabilidade será provavelmente de natureza genética.

**BIBLIOGRAFIA**

- DAGNELI P. (1977) — *Analyse Statistique à Plusieurs Variables*, Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L., Gembloux, pp.167-224.
- FABIÃO, A.M.D. (1996) — *Árvores e Florestas*, Coleção Euroagro, Publicações Europa-América, pp.122-168.
- FERRÃO, J.E.M.; FERRÃO, A.M.B.C. (1988) — A bolota e a glande, potencialidades em óleo e farinha, *Revista de Ciências Agrárias*, 2: 15-29.
- FERREIRA-DIAS, S.; VALENTE, D.G.; ABREU, J.M.F.; (subm.) — Comparison between ethanol and hexane for oil extraction from *Quercus suber* L. Fruits, *Ind. Crops Prod.* (submetido a publicação).
- GOES, E. (1991) — *A Floresta Portuguesa: Sua Importância e Descrição das Espécies de Maior Interesse*, Portucel, Portugal, pp.127-144.
- HARMAN, H.H. (1976) — *Modern Factor Analysis*, The University of Chicago Press, Chicago and London, pp.133-135.
- HOFFMAN, D.L.; YOUNG, F.W. (1983) — *Quantitative analysis of qualitative data: applications in food research*, in: "Food Research and Data Analysis" (H. Martens and H. Russwurm Jr., Eds.), Applied Science Publishers, London and New York, pp.69-93.
- MIRKIN, B. (1996) — *Mathematical Classification and Clustering*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London, pp.109-158.
- POWERS, P.P. (1988) — *Current practices and application of descriptive methods*, in: "Sensory Analysis of Foods" (J.R. Piggott, Ed.), Elsevier Applied Science, London and New York, pp.187-286.