*Silva Lusitana* ***14****(1): 33 - 49, 2006*
*© EFN, Lisboa. Portugal*


# Classificação das Cortiças para a Produção de Rolha, Recorrendo a um Critério Objectivo. Parte III – As Rolhas

**Miguel Pestana*, José Louzada** e Raúl Sardinha*****
*Investigador Auxiliar
Estação Florestal Nacional. Departamento de Silvicultura e Produtos Florestais.
Quinta do Marquês, 2780-159 OEIRAS
**Investigador Auxiliar
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento Florestal. Quinta de Prados, 5000-911 VILA REAL
***Professor Catedrático
Instituto Piaget. Av. João Paulo II, Lote 544, 2º, 1900-726 LISBOA

---

**Sumário.** O presente artigo dá notícia da continuação da linha de investigação, sobre a classificação de qualidade da cortiça e segue-se aos já publicados sobre "Classificação das cortiças para a produção de rolha, recorrendo a um critério objectivo. Parte I – As rabanadas e Parte II – Os Provetes (Os Quadros)", pretendendo ser uma contribuição para um melhor conhecimento sobre a qualificação quantitativa da cortiça, consolidando a criação de um critério objectivo de classificação que seja reprodutível, independente do avaliador e tão expedito quanto possível.

Os parâmetros de avaliação utilizados, a massa volúmica, a força de ruptura e o ângulo correspondente, foram obtidos das rolhas preparadas para o efeito.

Comparou-se a classificação qualitativa segundo o critério de pontuação de CARVALHO (1993), aplicado à cortiça retirada de 9 árvores, com o critério objectivo, resultante dos dados das características físicas, obtidas nas cortiças das mesmas árvores.

Os resultados deste trabalho evidenciam que:

- A classificação objectiva com base em parâmetros físicos e mecânicos, assegura a reprodutibilidade dos resultados, o que não ocorre com o critério de pontuação.
- Os dados sobre as rolhas permitiram constatar a relação entre a massa volúmica e o ângulo de torção, i.e., actuam de forma inversa, sendo a força independente desta relação.
- As rolhas más têm valores elevados de massa volúmica e valores baixos de ângulo de torção e nas boas verifica-se o contrário.
- A anisotropia da cortiça, é mais notória quando avançamos para as amostras mais pequenas, que no nosso caso, culmina nas rolhas.

**Palavras-chave**: qualidade; ensaios mecânicos; ensaios físicos; análise multivariada

**Classification of Cork Oaks for the Production of Cork, Appealing to an Objective Criterion. Part III – The Stoppers**

**Abstract.** This paper reports the results of the continuation of the research line on the classification of cork quality and follows the articles entitled “"Classification of the corks for the

---

1º Autor E-mail: miguel.pestana@efn.com.pt

cork production, using a objective criterion. Part I-The strips and Part II-The Samples" already published. It intends to be a contribution for a better knowledge of the quantitative qualification of the cork, consolidating the proposal of a criterion classification based on objective parameters capable to be reproducible, independent of the operator and so expedite as possible.

Evaluation parameters used such as the specific gravity, rupture strength and the corresponding angle, were collected on cork samples prepared for that purpose.

A comparison of the qualitative classification developed by CARVALHO (1993) (punctuation criterion), applied to the cork samples of 9 samples trees, with those generated by the criterion resulting from the data of the physical characteristics from stoppers, obtained from cork sample from the same sampled trees, was made.

The results of this work showed that:

- The objective classification based on physical and mechanical parameters, assures the reproducibility of the results, which does not happen with the punctuation criterion.
- The stoppers allowed the verification of the relationship between the specific gravity and the rupture angle, i.m., actuating in an inverse way and the rupture strength is independent to this relationship.
- The bad stoppers showed high values of specific gravity and low values of the rupture angle whilst we verified the opposite on the good ones.
- The cork anisotropy is more evident when we moved to the smallest samples, which in our case, are the stoppers.

**Key words:** quality; mechanical tests; physical tests; multivariate analyses

**Classification des Lièges pour la Production de Bouchon, Faisant Appel à un Critère Objectif. Partie II – Les Bouchons**

**Résumé.** Ce travail est une continuation du travail présenté dans les articles "Classification du liège pour la production de bouchon, sur un critère objectif. Partie I - Les bandes de liège et Partie II – Les échantillons", et projetons de contribuer à une meilleure connaissance de la qualification qualitative du liège, par la création d'un critère de classification objectif pouvant être reproduit, indépendamment de l'analyste et aussi facilement que possible.

Nous avons commencé par préparer les planches afin d'obtenir les bouchons pour lesquels nous avons déterminé le poids spécifique, la force de rupture et l'angle correspondant.

Nous avons effectué une comparaison de la classification qualitative selon le critère de la ponctuation de CARVALHO (1993), appliquée aux bouchons de liège prélevés sur 9 arbres, avec comme critère objectif, le résultat des caractéristiques physiques, des bouchons obtenus de ces mêmes arbres.

Les résultats du travail mettent en évidence que:

- La classification objective obtenue sur base des paramètres physiques et mécaniques, assure la reproductibilité des résultats, ce qui n'a pas lieu avec le critère de la ponctuation.
- Les données sur les bouchons permettent de vérifier le rapport entre le poids spécifique et l'angle de la rupture, c.-à-d., ils opèrent inversement, la force de rupture étant indépendante de ce rapport.
- Les mauvais bouchons ont de hautes valeurs de poids spécifique et de faibles valeurs d'angle de rupture et inversement pour les bons bouchons.
- L'anisotropie du bouchon est plus remarquable pour les plus petits échantillons, qui dans notre cas, culmine dans les bouchons.

**Mots clés**: qualité; tests mécaniques; tests physiques; analyses multi variées

## Introdução

A cortiça é um produto heterogéneo, pelo que o conhecimento da respectiva qualidade, e consequentemente do seu justo valor, depende muito da avaliação efectuada.

Para além deste facto, temos ainda os problemas associados na comercialização da cortiça, motivados pela diferenciação regional de preços em função da qualidade de cortiça, pela irregularidade da sua produção anual e um conjunto de outros factores que dizem respeito ao mercado (no modo como se fixam os preços em regime livre, nem sempre de acordo com a conjuntura de mercados externos), ao número elevado de participantes na comercialização (produtores, comerciantes, industriais, exportadores, consumidores) e o facto da oferta de cortiça ser pouco elástica em relação aos preços (devido à impossibilidade de aumentar a produção a curto prazo, GIL, 1998)

Por outro lado, a escolha da cortiça requer grande especialização na separação de porções de cortiça em grupos, com os mesmos requisitos de selecção - qualidade e espessura.

A qualidade da cortiça, é determinada pela homogeneidade da massa da cortiça, ou seja, a homogeneidade das células deste material, relativamente a descontinuidades ou tecidos estranhos que aparecem intercalados (PEREIRA, 1993), podendo ser um problema quando interfere negativamente nas propriedades mecânicas da cortiça (compressão e recuperação nas rolhas), o que cria dificuldades no engarrafamento e/ou no rolhamento das garrafas. É evidente que as duas operações que diferenciam um conjunto rolha-garrafa, e garantem um bom engarrafamento, são o engarrafamento e a extracção da rolha. Assim, cada utilizador deverá conhecer quais os métodos mais apropriados para a satisfação dos seus requisitos, na escolha das suas rolhas.

De facto, a presença de qualidades fracas ou muito fracas de rolhas, pode ocasionar rolhas quebradiças na extracção, devendo-se principalmente ao manuseamento do saca-rolhas ou ao grau de secura da rolha introduzida.

As colorações estranhas no vinho derivam de produtos de "acabamento" da rolha que muitas vezes são escolhidos por um ou outro daqueles agentes económicos sem que se melhore, antes pelo contrário, a eficiência intrínseca da rolha; pelo contrário, existem ainda, alguns nichos desta fileira que associam o aspecto exterior das rolhas com a sua eficácia na aplicação, já que por vezes é vulgar, "maquilhar" as rolhas de forma a melhorar o seu aspecto exterior[i], levando-nos a crer que a rolha é de melhor qualidade.

Ressalta pois, de imediato, que a qualidade da rolha de cortiça depende de uma vasta gama de factores, alguns dos quais exteriores à natureza da própria rolha.

## Material e métodos

### *Material*

Foram seleccionados três locais diferentes, onde foram escolhidas três árvores com diferentes valores de pontuação, resultantes das características morfológicas.

Destas árvores foram utilizadas 22 rabanadas, conforme consta do Quadro 1 das quais se obteve um conjunto de 38

provetes que depois de brocados, proporcionaram uma amostra de 106 rolhas (Quadro 1). Não foi possível retirar três rolhas por provete, como inicialmente fora previsto, já que não obtivemos as rolhas 117A126c (correspondente ao provete 117A126), 21B420c (pertencente ao provete 21B420), 215B523b e 215B523c (do provete 215B523), 37A210c (do 37A210), 320A313c (pertencente ao 320A313) e, finalmente, a 320A414c (que corresponde ao 320A414).

No Quadro 2 são identificadas as variáveis que caracterizam as rolhas com os códigos utilizados no nosso estudo.

**Quadro 1 –** Identificação das 106 rolhas e código atribuído

| N.º Rolha | Local | Árvore | Despela | | Provete | Rolha |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Altura | Perímetro | | |
| *111B46a* | 4-5 | 11 | B | 4 | 6 | a |
| 111B46b | 4-5 | 11 | B | 4 | 6 | b |
| 111B46c | 4-5 | 11 | B | 4 | 6 | c |
| 111C27a | 4-5 | 11 | C | 2 | 7 | a |
| 111C27b | 4-5 | 11 | C | 2 | 7 | b |
| 111C27c | 4-5 | 11 | C | 2 | 7 | c |
| 111C48a | 4-5 | 11 | C | 4 | 8 | a |
| 111C48b | 4-5 | 11 | C | 4 | 8 | b |
| 111C48c | 4-5 | 11 | C | 4 | 8 | c |
| 116C21a | 4-5 | 16 | C | 2 | 1 | a |
| 116C21b | 4-5 | 16 | C | 2 | 1 | b |
| 116C21c | 4-5 | 16 | C | 2 | 1 | c |
| 116 A32a | 4-5 | 16 | A | 3 | 2 | a |
| 116 A32b | 4-5 | 16 | A | 3 | 2 | b |
| 116 A32c | 4-5 | 16 | A | 3 | 2 | c |
| 116 A33a | 4-5 | 16 | A | 3 | 3 | a |
| 116 A33b | 4-5 | 16 | A | 3 | 3 | b |
| 116 A33c | 4-5 | 16 | A | 3 | 3 | c |
| *116B44a* | 4-5 | 16 | B | 4 | 4 | a |
| 116B44b | 4-5 | 16 | B | 4 | 4 | b |
| 116B44c | 4-5 | 16 | B | 4 | 4 | c |
| 116B45a | 4-5 | 16 | B | 4 | 5 | a |
| 116B45b | 4-5 | 16 | B | 4 | 5 | b |
| 116B45c | 4-5 | 16 | B | 4 | 5 | c |
| 117 A125a | 4-5 | 17 | A | 1 | 25 | a |
| 117 A125b | 4-5 | 17 | A | 1 | 25 | b |
| 117 A125c | 4-5 | 17 | A | 1 | 25 | c |
| 117 A126a | 4-5 | 17 | A | 1 | 26 | a |
| 117 A126b | 4-5 | 17 | A | 1 | 26 | b |
| 117 A227a | 4-5 | 17 | A | 2 | 27 | a |
| 117 A227b | 4-5 | 17 | A | 2 | 27 | b |
| 117 A227c | 4-5 | 17 | A | 2 | 27 | c |
| 117 A228a | 4-5 | 17 | A | 2 | 28 | a |

**Quadro 1 –** Continuação

| N.º Rolha | Local | Árvore | Despela | | Provete | Rolha |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Altura | Perímetro | | |
| 117 A228b | 4-5 | 17 | A | 2 | 28 | b |
| 117 A228c | 4-5 | 17 | A | 2 | 28 | c |
| 21 A315a | 10-10 | 1 | A | 3 | 15 | a |
| 21 A315b | 10-10 | 1 | A | 3 | 15 | b |
| 21 A315c | 10-10 | 1 | A | 3 | 15 | c |
| 21 A316a | 10-10 | 1 | A | 3 | 16 | a |
| 21 A316b | 10-10 | 1 | A | 3 | 16 | b |
| 21 A316c | 10-10 | 1 | A | 3 | 16 | c |
| 21 A417a | 10-10 | 1 | A | 4 | 17 | a |
| 21 A417b | 10-10 | 1 | A | 4 | 17 | b |
| 21 A417c | 10-10 | 1 | A | 4 | 17 | c |
| 21 A418a | 10-10 | 1 | A | 4 | 18 | a |
| 21 A418b | 10-10 | 1 | A | 4 | 18 | b |
| *21 A418c* | 10-10 | 1 | A | 4 | 18 | c |
| 21 A419a | 10-10 | 1 | A | 4 | 19 | a |
| 21 A419b | 10-10 | 1 | A | 4 | 19 | b |
| 21 A419c | 10-10 | 1 | A | 4 | 19 | c |
| *21B420a* | 10-10 | 1 | A | 4 | 20 | a |
| 21B420b | 10-10 | 1 | A | 4 | 20 | b |
| 23 A129a | 10-10 | 3 | A | 1 | 29 | a |
| *23 A129b* | 10-10 | 3 | A | 1 | 29 | b |
| 23 A129c | 10-10 | 3 | A | 1 | 29 | c |
| 23 A130a | 10-10 | 3 | A | 1 | 30 | a |
| 23 A130b | 10-10 | 3 | A | 1 | 30 | b |
| 23 A130c | 10-10 | 3 | A | 1 | 30 | c |
| 23B131a | 10-10 | 3 | B | 1 | 31 | a |
| 23B131b | 10-10 | 3 | B | 1 | 31 | b |
| 23B131c | 10-10 | 3 | B | 1 | 31 | c |
| 23B132a | 10-10 | 3 | B | 1 | 32 | a |
| 23B132b | 10-10 | 3 | B | 1 | 32 | b |
| 23B132c | 10-10 | 3 | B | 1 | 32 | c |
| 215 A521a | 10-10 | 15 | A | 5 | 21 | a |
| 215 A521b | 10-10 | 15 | A | 5 | 21 | b |
| 215 A521c | 10-10 | 15 | A | 5 | 21 | c |
| 215 A522a | 10-10 | 15 | A | 5 | 22 | a |
| 215 A522b | 10-10 | 15 | A | 5 | 22 | b |
| 215 A522c | 10-10 | 15 | A | 5 | 22 | c |
| *215B523a* | 10-10 | 15 | B | 5 | 23 | a |
| 36 A134a | 11-7 | 6 | A | 1 | 34 | a |
| 36 A134b | 11-7 | 6 | A | 1 | 34 | b |
| 36 A134c | 11-7 | 6 | A | 1 | 34 | c |
| *36B135a* | 11-7 | 6 | B | 1 | 35 | a |
| 36B135b | 11-7 | 6 | B | 1 | 35 | b |

**Quadro 1** – Continuação

| N.º Rolha | Local | Árvore | Despela | | Provete | Rolha |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Altura | Perímetro | | |
| 36B135c | 11-7 | 6 | B | 1 | 35 | c |
| 36B136a | 11-7 | 6 | B | 1 | 36 | a |
| 36B136c | 11-7 | 6 | B | 1 | 36 | c |
| 37 A29a | 11-7 | 7 | A | 2 | 9 | a |
| 37 A29b | 11-7 | 7 | A | 2 | 9 | b |
| 37 A29c | 11-7 | 7 | A | 2 | 9 | c |
| 37 A210a | 11-7 | 7 | A | 2 | 10 | a |
| 37 A210b | 11-7 | 7 | A | 2 | 10 | b |
| 37 A211a | 11-7 | 7 | A | 2 | 11 | a |
| 37 A211b | 11-7 | 7 | A | 2 | 11 | b |
| 37 A211c | 11-7 | 7 | A | 2 | 11 | c |
| *37B137a* | 11-7 | 7 | B | 1 | 37 | a |
| 37B137b | 11-7 | 7 | B | 1 | 37 | b |
| 37B137c | 11-7 | 7 | B | 1 | 37 | c |
| 37B138a | 11-7 | 7 | B | 1 | 38 | a |
| 37B138b | 11-7 | 7 | B | 1 | 38 | b |
| 37B138c | 11-7 | 7 | B | 1 | 38 | c |
| 320 A312a | 11-7 | 20 | A | 3 | 2 | a |
| 320 A312b | 11-7 | 20 | A | 3 | 12 | b |
| 320 A312c | 11-7 | 20 | A | 3 | 12 | c |
| 320 A313a | 11-7 | 20 | A | 3 | 13 | a |
| 320 A313b | 11-7 | 20 | A | 3 | 13 | b |
| 320 A414a | 11-7 | 20 | A | 4 | 14 | a |
| 320 A414b | 11-7 | 20 | A | 4 | 14 | b |
| 320 A239a | 11-7 | 20 | A | 2 | 39 | a |
| 320 A239b | 11-7 | 20 | A | 2 | 39 | b |
| 320 A239c | 11-7 | 20 | A | 2 | 39 | c |
| 320 A240a | 11-7 | 20 | A | 2 | 40 | a |
| 320 A240b | 11-7 | 20 | A | 2 | 40 | b |
| 320 A240c | 11-7 | 20 | A | 2 | 40 | c |

**Quadro 2** – Correspondência entre as variáveis determinadas para as rolhas e o código adoptado

| Variáveis | Código |
|---|---|
| Força correspondente ao binário máximo..... | F |
| Ângulo correspondente ao binário máximo..... | A_n |
| Massa volúmica da cortiça..... | MV |

*Metodologia*

As amostras, que são porções de prancha de cortiça cruas, com dimensões que vão dos 35 cm aos 40 cm de comprimento e dos 20 aos 22 cm de largura, foram (como já foi referido) caracterizadas quanto ao local da sua recolha.

A cada uma destas amostras, foi retirada uma rabanada, as quais foram cozidas durante duas horas e de seguida prensadas, até estarem meios secas.

As rabanadas foram seccionadas em pequenos troços - provetes -, que foram brocados.

A broca utilizada nesta operação tem um diâmetro externo de 27 mm e um interno de 23 mm, e uma altura que penetre no provete no sentido perpendicular aos canais lenticulares, vazando-o de modo a obter uma rolha com uma altura próxima dos 50 mm.

Para a execução deste ensaio, recorreu-se em parte, a uma metodologia aplicada para a cortiça na norma NP 2803-6, onde a aplicação deste ensaio faz parte da caracterização físico-mecânica da rolha cilíndrica de cortiça. VARANDA (1984), faz uma descrição pormenorizada, deste mesmo ensaio, onde refere detalhadamente a descrição do dispositivo.

O cálculo da massa volúmica das rolhas, foi determinado pelo quociente da massa desse provete pelo seu volume.

A massa, é obtida pela pesagem do provete numa balança com incerteza de ± 0,5 mg e uma precisão de 1 mg, sendo o volume do provete cilíndrico determinado pela medida da altura e de dois raios da base medidos perpendicularmente um ao outro. Para tal, servimo-nos de um paquímetro com uma incerteza de ± 0,02 mm.

Para o tratamento destes dados foi utilizada a Análise de Taxonomia numérica, seguindo-se a mesma metodologia apresentada por SILVA (2003).

**Resultados e discussão**

*Análise pelo método de taxonomia numérica*

Construiu-se uma matriz de dados com o conjunto das variáveis que caracterizam cada uma das rolhas (Quadro 3), composta por 106 linhas, correspondentes às 106 rolhas em estudo e com 3 colunas relativas às variáveis físicas.

O número de variáveis físicas obtidas para a caracterização das rolhas foi de apenas três. Trata-se de um número muito reduzido para justificar a utilização deste tipo de metodologia. Optou-se contudo, pela sua aplicação pelas seguintes razões: permite o tratamento simultâneo das três variáveis e também a obtenção de um novo referencial em que, por definição, não há correlação entre os novos eixos obtidos.

**Quadro 3 –** Valor mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis físicas das rolhas

| Variáveis | | Mínimo | Máximo | Média | Desvio Padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| F | (daN) | 1,10 | 5,75 | 3,398 | 0,687 |
| A_n | (grau) | 14,31 | 48,16 | 31,145 | 7,840 |
| MV | ($Kg.m^{-3}$) | 149,37 | 317,49 | 201,165 | 40,434 |

O fenograma de distâncias (Figura 1), obtido a partir da matriz de distâncias, é uma cópia relativamente pobre da matriz, pois possui um coeficiente de correlação cofenético (r) de 0,70. Contudo, nos três grupos que é possível identificar no fenograma (um que inclui 79 rolhas, o segundo com 23, o terceiro com apenas duas, além da presença de duas outras rolhas que são diferentes do conjunto), podemos verificar que nos sub-agrupamentos, no interior dos dois grupos maiores, se ligam preferencialmente entre si, as rolhas com proveniência da mesma árvore. É, ainda possível verificar, que em numerosos casos, se agrupam as rolhas provenientes do mesmo provete, e da mesma rabanada.

Na Figura 2 são apresentadas as projecções das 106 rolhas, no plano definido pelas duas primeiras componentes principais, às quais foi sobreposta a árvore de conexão mínima.

Pela análise da projecção das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Figura 3), conjugada com o Quadro 4, constatamos que a massa volúmica actua de forma inversa ao ângulo de torção, ou seja, com o aumento da massa volúmica há uma diminuição do ângulo de torção, sendo a força, independente desta relação. Assim, podemos afirmar que no caso das rolhas, a massa volúmica, só por si, não é suficiente para as caracterizar quanto à sua qualidade, não sendo também um elemento discriminante entre cortiças boas e más. Contudo, verificou-se existir uma relação entre os valores da massa volúmica e do ângulo de torção, o que possibilita na prática industrial, uma separação grosseira das cortiças.

Aplicando estas constatações às projecções das rolhas no plano definido pelos dois primeiros eixos principais (Figura 2), verificamos que a primeira componente principal separa as rolhas que apresentam valores elevados de ângulo de torção (A_n) para o lado superior esquerdo da figura e valores altos de massa volúmica (MV) para a zona inferior direita da referida figura. A segunda componente principal separa para a zona superior direita, as rolhas com valores de força de torção mais elevadas.

No Quadro 5 é apresentada de uma forma mais compreensível, a matriz de dados originais, em que as diferentes rolhas se encontram dispostas segundo as semelhanças determinadas pelo fenograma de distâncias.

Se tomarmos em consideração o Quadro 6, apresentado no artigo anterior – "Classificação das cortiças para a produção de rolha, recorrendo a um critério objectivo. Parte II – Os Provetes (Os Quadros)"-, onde são agrupados os provetes segundo o resultado da análise objectiva efectuada, e se cruzarmos essa informação, com a distribuição espacial ilustrada na Figura 2, relativa às rolhas obtidas desses provetes, podemos então afirmar que as rolhas de má qualidade situam-se primordialmente na zona inferior direita do quadrante (conf. Figuras 4 a 6, que ilustram três desses casos).

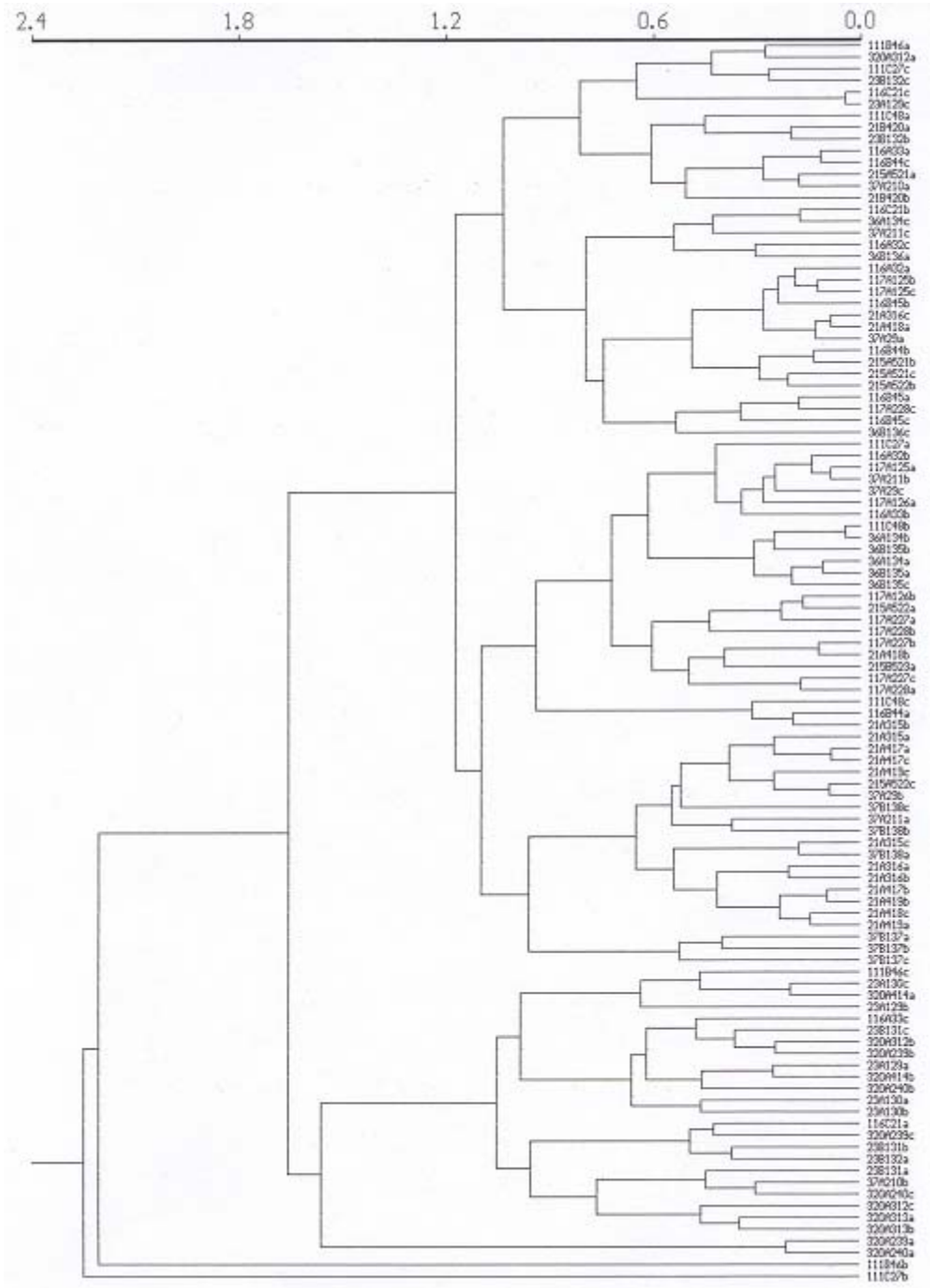


**Figura 1** – Fenograma de distâncias das 106 rolhas, baseado no método UPGMA aplicado à matriz distâncias (r=0.70)

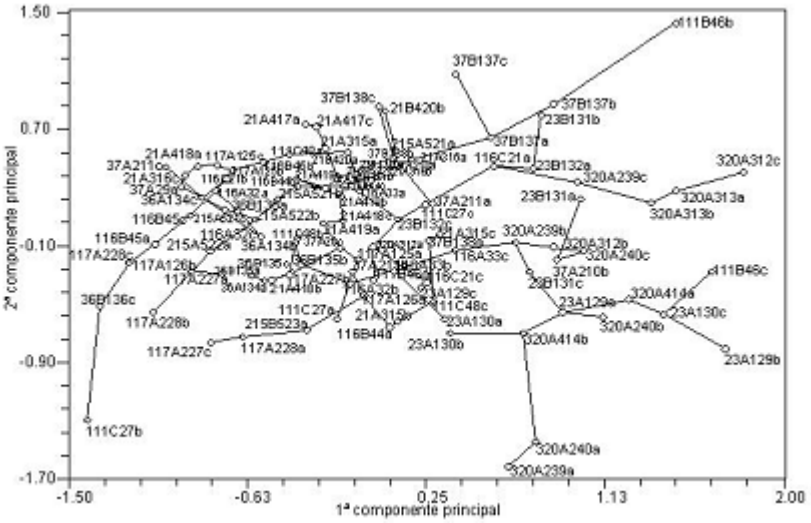


**Figura 2 –** Projecção das 106 rolhas no plano definido pelos dois eixos principais, às quais foi sobreposta a árvore de conexão mínima

**Quadro 4 –** Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais

| Variáveis | Componentes Principais | | |
|---|---|---|---|
| | 1ª | 2ª | 3ª |
| F (daN) | 0,6454 | 0,7560 | 0,1087 |
| A_n (grau) | -0,7439 | 0,4184 | -0,5211 |
| MV ($Kg.m^{-3}$) | 0,7718 | -0,2290 | -0,5932 |
| Valor próprio | 1,565 | 0,799 | 0,635 |
| Variância Total (%) | 52,19 | 26,63 | 21,18 |
| Variância acumulada (%) | 52,19 | 78,82 | 100% |

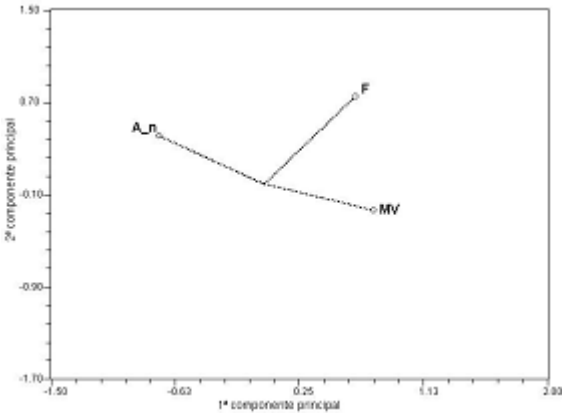


**Figura 3** - Projecções das variáveis físicas das rolhas de cortiça nas duas primeiras componentes principais

**Quadro 5** – Matriz de dados originais rearranjada segundo a ordenação do fenograma de distâncias

| Rolha | F (daN) | A_n (grau) | MV (Kg.m³) |
|---|---|---|---|
| 111B46a | 3,0 | 32,061 | 224,509 |
| 320 A312a | 3,2 | 34,924 | 228,703 |
| 111C27c | 3,65 | 34,924 | 235,832 |
| 23B132c | 3,5 | 33,503 | 221,216 |
| 116C21c | 3,05 | 34,924 | 265,655 |
| 23 A129c | 3,0 | 34,924 | 265,354 |
| 111C48a | 3,6 | 41,743 | 196,328 |
| 21B420a | 3,75 | 41,743 | 221,679 |
| 23B132b | 3,6 | 41,743 | 232,811 |
| 116 A33a | 3,6 | 34,924 | 201,349 |
| 116B44c | 3,6 | 34,924 | 193,262 |
| 215 A521a | 4,0 | 34,924 | 202,144 |
| 37 A210a | 3,8 | 34,924 | 206,45 |
| 21B420b | 4,2 | 39,069 | 206,502 |
| 116C21b | 3,15 | 48,165 | 215,764 |
| 36 A134c | 2,95 | 48,165 | 211,883 |
| 37 A211c | 3,1 | 48,165 | 184,543 |
| 116 A32c | 2,9 | 41,743 | 214,617 |
| 36B136a | 3,05 | 41,743 | 195,061 |
| 116 A32a | 3,15 | 41,743 | 177,173 |
| 117 A125b | 3,35 | 41,743 | 176,747 |
| 117 A125c | 3,35 | 41,743 | 168,104 |
| 116B45b | 3,5 | 40,414 | 180,136 |
| 21 A316c | 3,2 | 41,743 | 158,177 |
| 21 A418a | 3,3 | 41,743 | 160,034 |
| 37 A29a | 3,1 | 41,743 | 160,48 |
| 116B44b | 3,5 | 34,924 | 171,634 |
| 215 A521b | 3,35 | 34,924 | 168,197 |
| 215 A521c | 3,1 | 37,706 | 164,584 |
| 215 A522b | 3,15 | 34,924 | 166,215 |
| 116B45a | 2,6 | 41,743 | 170,615 |
| 117 A228c | 2,4 | 41,743 | 166,216 |
| 116B45c | 2,9 | 41,743 | 175,108 |
| 36B136c | 2,0 | 41,743 | 170,039 |
| 111C27a | 2,7 | 27,592 | 196,659 |
| 116 A32b | 3,0 | 27,592 | 189,263 |
| 117 A125a | 3,2 | 27,592 | 184,034 |
| 37 A211b | 3,1 | 27,592 | 185,538 |
| 37 A29c | 3,25 | 27,592 | 171,688 |
| 117 A126a | 3,0 | 24,479 | 181,399 |
| 116 A33b | 3,2 | 27,592 | 204,012 |
| 111C48b | 3,1 | 34,924 | 191,677 |
| 36 A134b | 3,05 | 34,924 | 192,621 |
| 36B135b | 2,95 | 32,061 | 186,583 |
| 36 A134a | 2,7 | 34,924 | 193,438 |
| 36B135a | 2,7 | 34,924 | 185,652 |
| 36B135c | 2,8 | 34,924 | 202,021 |
| 117 A126b | 2,6 | 34,924 | 157,357 |
| 215 A522a | 2,8 | 34,924 | 157,425 |
| 117 A227a | 2,7 | 32,061 | 155,118 |
| 117 A228b | 2,2 | 34,924 | 155,513 |
| 117 A227b | 2,95 | 27,592 | 159,184 |
| 21 A418b | 2,85 | 27,592 | 153,072 |
| 215B523a | 2,6 | 24,479 | 169,527 |
| 117 A227c | 2,2 | 29,107 | 159,101 |
| 117 A228a | 2,35 | 27,592 | 161,68 |
| 111C48c | 3,2 | 19,572 | 185,805 |
| 116B44a | 2,9 | 19,572 | 175,962 |
| 21 A315b | 3,0 | 17,863 | 167,137 |
| 21 A315a | 3,85 | 34,924 | 169,946 |
| 21 A417a | 4,0 | 34,924 | 151,905 |
| 21 A417c | 4,0 | 34,924 | 157,837 |
| 21 A419c | 3,6 | 32,061 | 152,24 |
| 215 A522c | 3,7 | 32,061 | 170,387 |
| 37 A29b | 3,6 | 32,061 | 168,296 |
| 37B138c | 4,3 | 34,924 | 177,289 |
| 37 A211a | 3,8 | 27,592 | 195,317 |
| 37B138b | 4,0 | 31,331 | 182,466 |
| 21 A315c | 3,7 | 21,243 | 173,086 |
| 37B138a | 3,6 | 22,878 | 180,284 |
| 21 A316a | 4,1 | 27,592 | 169,343 |
| 21 A316b | 3,9 | 27,592 | 160,987 |
| 21 A417b | 3,75 | 27,592 | 149,369 |
| 21 A419b | 3,65 | 27,592 | 152,622 |
| 21 A418c | 3,5 | 26,05 | 152,88 |
| 21 A419a | 3,4 | 27,592 | 154,598 |
| 37B137a | 4,5 | 24,479 | 178,067 |
| 37B137b | 4,9 | 24,479 | 193,084 |
| 37B137c | 4,8 | 30,596 | 174,592 |
| 111B46c | 4,0 | 22,878 | 317,492 |
| 23 A130c | 3,6 | 21,243 | 302,308 |
| 320 A414a | 3,6 | 22,878 | 290,906 |
| 23 A129b | 3,6 | 14,315 | 302,459 |
| 116 A33c | 3,5 | 27,592 | 223,694 |
| 23B131c | 3,5 | 27,592 | 264,376 |
| 320 A312b | 3,8 | 24,479 | 247,276 |
| 320 A239b | 3,7 | 27,592 | 246,404 |
| 23 A129a | 3,35 | 22,878 | 266,504 |
| 320 A414b | 3,1 | 22,878 | 257,08 |
| 320 A240b | 3,5 | 17,863 | 256,667 |
| 23 A130a | 3,0 | 24,479 | 225,984 |
| 23 A130b | 2,85 | 27,592 | 252,548 |
| 116C21a | 4,15 | 32,061 | 234,657 |
| 320 A239c | 4,3 | 27,592 | 251,11 |
| 23B131b | 4,6 | 34,924 | 253,025 |
| 23B132a | 4,2 | 33,503 | 261,346 |
| 23B131a | 4,3 | 21,243 | 221,922 |
| 37 A210b | 3,8 | 19,572 | 224,846 |
| 320 A240c | 3,9 | 21,243 | 243,244 |
| 320 A312c | 4,9 | 19,572 | 274,372 |
| 320 A313a | 4,6 | 19,572 | 251,352 |
| 320 A313b | 4,4 | 22,878 | 264,276 |
| 320 A239a | 2,2 | 14,315 | 250,939 |
| 320 A240a | 2,45 | 14,315 | 253,244 |
| 111B46b | 5,75 | 27,592 | 234,947 |
| 111C27b | 1,1 | 41,743 | 207,339 |

**Figura 4 –** Imagem da secção transversal da rolha 320 A313a resultante da ruptura

**Figura 5 –** Imagem da secção transversal da rolha 23 A130c resultante da ruptura

**Figura 6 –** Imagem da secção transversal da rolha 37 A210b resultante da ruptura

As rolhas de qualidade média (conf. Figuras 7 a 9) e de boa qualidade (Figuras 10 a 12) dispõem-se, também, primordialmente na parte superior esquerda da mesma figura (Figura 2).

Assim, podemos afirmar que as rolhas más têm valores elevados em massa volúmica e valores baixos de ângulo de torção; as boas, pelo contrário, têm valores altos do ângulo de torção e baixos de massa volúmica.

Podemos também afirmar que as rolhas 320 A239a e 320 A240a, situadas na zona inferior da mesma figura (Figura 2), e afastadas de todas as outras, têm valores de ângulo de torção e de força muito baixos, com uma massa volúmica bastante elevada (está de acordo com os seus posicionamentos na referida figura e é comprovado pelas imagens da secção transversal, por onde se deu a ruptura – Figuras 13 e 14).

**Figura 7** – Imagem da secção transversal da rolha 215 A21a resultante da ruptura

**Figura 8** – Imagem da secção transversal da rolha 36 A134b resultante da ruptura

**Figura 9 –** Imagem da secção transversal da rolha 111C48b resultante da ruptura

**Figura 10 –** Imagem da secção transversal da rolha 21 A316c resultante da ruptura

**Figura 11 –** Imagem da secção transversal da rolha 37 A29a resultante da ruptura

**Figura 12 –** Imagem da secção transversal da rolha 117 A228b resultante da ruptura

**Figura 13 –** Imagem da secção transversal da rolha 320 A240a resultante da ruptura

**Figura 14 –** Imagem da secção transversal da rolha 320 A239a resultante da ruptura

Por outro lado, a rolha 111B46b e 111C27b têm também posições extremadas nessa figura, pelo facto de a primeira ter o valor mais elevado de força e a segunda o menor valor desta característica e, ambas, terem valores elevados de massa volúmica.

As Figuras 15 a 16 exibem as secções transversais resultantes da ruptura, onde se pode visualizar a presença de terra – cortiça "terrenta" -, a qual altera o seu comportamento mecânico, como foi referido anteriormente.

**Figura 15 –** Imagem da secção transversal da rolha 111B46b resultante da ruptura

**Figura 16 –** Imagem da secção transversal da rolha 111C27b resultante da ruptura

## Bibliografia

CARVALHO, A, 1993. Relatório Final / PEDIP I / Prog. 5 "Qualificação de Amadias Preparadas".

GIL, L., 1998. Cortiça. Produção, Tecnologia e Aplicação. *INETI*, Lisboa.

PEREIRA, H., 1993. *Qualidade e processamento da cortiça*. Relatório Final – PEDIP I/ Prog. 5.

SILVA, M. M.N.P., 2003, *A Caracterização da qualidade da cortiça para a produção de rolha. Aplicação de metodologia de análise multivariada com vista à validação de grupos de qualidade*. Tese de Doutoramento UTAD, 170 pp.

VARANDA, J., 1984. Caracterização das rolhas. *Boletim Instituto dos Produtos Florestais – Cortiça* **554** : 369-372.

*Entregue para publicação em Junho de 2005*
*Aceite para publicação em Outubro de 2005*

[i] Dá-se o nome a esta operação de Colmatação