

Classificação das Cortiças para a Produção de Rolha, Recorrendo a um Critério Objectivo. Parte II – Os Provetes (Os Quadros)

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. Este artigo é uma continuação da linha de investigação, sobre a classificação de qualidade da cortiça e segue-se ao já publicado sobre "Classificação das cortiças para a produção de rolha, recorrendo a um critério objectivo. Parte I - As rabanadas", 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 porosidade (através da análise de imagem), a massa volúmica, o calibre, a humidade, a força de ruptura e o ângulo correspondente, foram obtidos das pranchas 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 resultados dos provetes, extraídos das rabanadas, cujos dados obtidos foram analisados, são coerentes com os resultados das rabanadas, já que têm grandes parecências, o que reforça a consistência deste critério.
- A nova proposta de classificação da qualidade da cortiça nos provetes, validada pelo recurso a métodos de taxonomia numérica, possibilitam constatar que a totalidade dos provetes da árvore 320 e a quase totalidade dos provetes das árvores 36 e 37, têm uma classificação diferente, da que lhe seria atribuída pela aplicação da classificação do critério de pontuação.

Palavras-chave: qualidade; análise de imagem; suberina; ensaios mecânicos; análise multivariada

Classification of Cork Oaks for the Production of Cork, Appealing to an Objective Criterion. Part II – The Test Tubes (the Tables)

Abstract. This article is a follow up to the article already published entitled "Classification of the corks for the stopper production, using a objective criterion". Part I-The Strips, and intends to contribute towards better knowledge of the quantitative qualification of cork. It also aims to consolidate the creation of a classification based on reproducible objective parameters independent of the operator in order to expedite the processes.

The evaluation parameters used, such as porosity (through image analysis), specific gravity, calibre, humidity, rupture strength and the corresponding angle, were collected on cork planks prepared for that purpose.

The qualitative classification developed by CARVALHO (1993) (punctuation criterion), applied to the cork samples was compared to those generated using the data from the physical characteristics criterion, obtained from cork of the same sample trees.

The results of this work show that:

- The objective classification based on physical and mechanical parameters, assures the reproducibility of the results. This does not happen with the punctuation criterion.
- The results of the samples taken from cork strips are coherent with the results of the cork strips, since they have great similarities. This reinforces the consistency of this criterion.
- The new proposal of cork quality classification validated through numeric taxonomy analysis enabled the verification that all the samples of tree 320 and almost all of those of trees 36 and 37, have a different classification to that attributed using the classification based on the punctuation criterion.

Key words: quality; image analyses; suberine; mechanical tests; multivariate analyses

Classification des Écorces pour la Production de Bouchon, Faisant appel à un Critère Objectif. Partie II – Les Éprouvettes (les Tableaux)

Résumé. Ce travail est la continuation du travail présenté dans l'article "Classification du liège pour la production du bouchon, sur un critère objectif. Partie I - Les bandes de liège", essayant de contribuer à une meilleure connaissance de la qualification qualitative du liège, par la consolidation d'un critère de classification objectif étant reproductible, indépendant de l'analyste et aussi rapide que possible.

Sur des planches préparées à cet effet, nous avons obtenu les paramètres d'évaluation, à savoir: porosité (par analyse de l'image), poids spécifique, calibre, humidité, force de rupture et angle correspondant.

On a comparé la classification qualitative, obtenue en utilisant le critère de la ponctuation de CARVALHO (1993), appliquée aux échantillons de liège prélevés sur 9 arbres, avec pour critère objectif le résultat de l'évaluation des caractéristiques physiques sur des échantillons de liège prélevés sur les mêmes arbres.

Les résultats de ce travail mettent en évidence que:

- La classification objective obtenue de paramètres physiques et mécaniques, assure la reproductibilité des résultats, ce qui ne se vérifie pas dans le cas du critère de la ponctuation.
- Les résultats des échantillons provenant des bandes de liège, sont cohérents avec les résultats des bandes, et fort semblables, renforçant donc la consistance de ce critère.
- La nouvelle proposition de classification de la qualité des échantillons des bandes du liège, validée par des méthodes de taxonomie numérique, permet de vérifier que la totalité des échantillons de l'arbre 320 et la presque totalité des échantillons des arbres 36 et 37, ont une classification différente de celle qui leur serait attribuée par l'application de la classification du critère de la ponctuation.

Mots clés: qualité; analyse de l'image; subérine; tests mécaniques; analyses multivariées

Introdução

No processo de obtenção da rolha, a prancha é traçada em tiras paralelepípedicas, as rabanadas, com uma largura correspondente ao comprimento das rolhas. Esta operação era executada por trabalhadores especializados, com a ajuda de facas especiais de forma curva.

Estas são classificadas segundo a qualidade, passando-se para a brocagem, i. e., a rabanada é perfurada por uma broca sendo assim obtidas rolhas. Contudo, esta operação mecanizada era, até ao início da década de 70, executada manualmente, i.e., as rabanadas eram cortadas em quadros, com a ajuda de uma faca e de uma guia, onde estas eram subdivididas em quadros correspondentes à grossura da rolha e aonde eram eliminadas ainda as partes defeituosas dessas rabanadas. Estes quadros eram classificados de acordo com a qualidade,

sendo então seguidamente talhadas à mão ou na máquina, para a produção da rolha.

A produção de quadros sofreu um grande decréscimo a partir da década de 70 - Figura 1, motivado pelo aparecimento de processos de brocagem automatizados, o que possibilitava incrementar a capacidade produtiva das unidades fabris, a preço mais baixo, mas com uma perda muito maior de material. Todavia, a produção manual era mais cuidadosa, com economia de material e com defeitos reduzidos ao mínimo.

Assim, a utilização de provetes neste trabalho, tem como meta reproduzir o papel que os quadros tinham na produção da rolha de cortiça, possibilitando avaliar a qualidade da cortiça, da rabanada à rolha e aferir da sustentabilidade do critério objectivo aplicado às rabanadas, no artigo anterior (Parte I - As rabanadas).

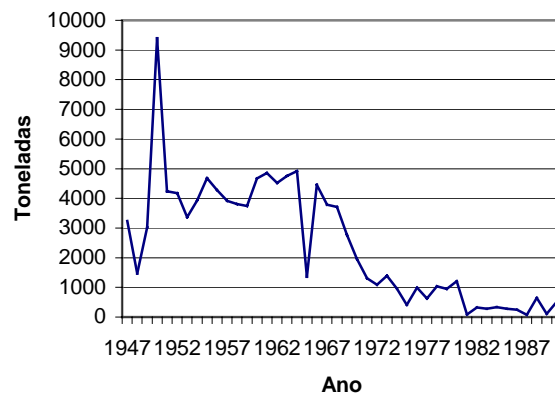


Figura 1 - Produção de quadros

Material e métodos

Material

Do conjunto de 22 rabanadas estudadas na "Parte I - As Rabanadas", as quais tinham sido obtidas de pranchas de três árvores com diferentes valores de pontuação, resultantes das características morfológicas, foram seccionadas, obtendo-se provetes (Quadro 1). Estes foram submetidos a um conjunto de ensaios físicos e de análise de imagem cujos resultados se analisam no capítulo seguinte.

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

Do conjunto do total dos 40 provetes obtidos, foram retirados os provetes 215B524 e 36A133. O primeiro, pertencente à árvore 15 do local 10-10, não foi considerado por falta dos dados das variáveis força (F) e ângulo (A_n), enquanto que o segundo, pertencente à árvore 6 do local 11-7, foi eliminado por ter "formiga", defeito externo à cortiça.

No conjunto de provetes, não foi considerada, na análise de imagem, os dados da variável "área mínima dos poros da barriga", pelo facto de ser constante.

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 estas amostras, foi retirada uma rabanada, a qual foi cozida durante duas horas e de seguida foi prensada, até

estarem meios secas.

Nesta fase, são colocadas numa estufa a 50°C, durante 24 horas, para que se meça a humidade. Seguidamente, elas são estabilizadas a 20°C e 65% de humidade, durante 48 horas, para que se tornem suficientemente secas para a fase de preparação da análise de imagem.

Não é aconselhável que estas cortiças fiquem exageradamente secas, já que a histerese do material, leva a que as dimensões iniciais não sejam as mesmas depois de este ser seco e ser depois sujeito a humedificação.

As rabanadas foram seccionadas em pequenos troços - provetes -, os quais foram lixados em duas faces - secção tangencial e transversal -, para regularizar a superfície, e sujeitos a um jacto de ar comprimido, para que a superfície fique limpa. O procedimento seguido para a aquisição e análise de imagem fez-se de acordo com SILVA (2003), sendo o equipamento disponível o descrito por FONSECA *et al.* (1992) e FONSECA (2000).

Os provetes que foram utilizados na análise de imagem, foram brocados de forma automática numa máquina "cega".

Ao conjunto de provetes foi medido o calibre, retirando-se posteriormente três rolhas, desde que o calibre da amostra de cortiça o permita. 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 detalhadamente a descrição do (1984), faz uma descrição pormenorizada, deste mesmo ensaio, onde refere dispositivo.

Quadro 1 – Correspondência entre os códigos utilizados, o provete e o local de despela

N.º Provete	Local	Árvore	Despela		Provete
			Altura	Perímetro	
111B46	4-5	11	B	4	6
111C27	4-5	11	C	2	7
111C48	4-5	11	C	4	8
116C21	4-5	16	C	2	1
116A32	4-5	16	A	3	2
116A33	4-5	16	A	3	3
116B44	4-5	16	B	4	4
116B45	4-5	16	B	4	5
117 A125	4-5	17	A	1	25
117A126	4-5	17	A	1	26
117A227	4-5	17	A	2	27
117A228	4-5	17	A	2	28
21A315	10-10	1	A	3	15
21A316	10-10	1	A	3	16
21A417	10-10	1	A	4	17
21A418	10-10	1	A	4	18
21A419	10-10	1	A	4	19
21B420	10-10	1	B	4	20
23A129	10-10	3	A	1	29
23A130	10-10	3	A	1	30
23B131	10-10	3	B	1	31
23B132	10-10	3	B	1	32
215A521	10-10	15	A	5	21
215A522	10-10	15	A	5	22
215B523	10-10	15	B	5	23
36A134	11-7	6	A	1	34
36B135	11-7	6	B	1	35
36B136	11-7	6	B	1	36
37 A29	11-7	7	A	2	9
37A210	11-7	7	A	2	10
37A211	11-7	7	A	2	11
37B137	11-7	7	B	1	37
37B138	11-7	7	B	1	38
320 A312	11-7	20	A	3	12
320 A313	11-7	20	A	3	13
320 A414	11-7	20	A	4	14
320 A239	11-7	20	A	2	39
320 A240	11-7	20	A	2	40

Quadro 2 – Correspondência entre as variáveis determinadas para os provetes e o código adoptado

Variáveis	Código
Força correspondente ao binário máximo.....	F
Ângulo correspondente ao binário máximo.....	A_n
Calibre da cortiça.....	C
Massa volúmica da cortiça.....	MV
Humidade.....	H
Poros da barriga *	Bp
Área máxima dos poros da barriga*.....	BaM
Poros transversais*.....	Rp
Área máxima dos poros transversais*.....	RaM
Área mínima dos poros transversais*.....	Rami

*análise de imagem

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 $\pm 0,5$ 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 $\pm 0,02$ mm.

Para o cálculo do volume do provete, é utilizado um valor médio do diâmetro obtido pela média das duas leituras efectuadas no topo do provete.

A determinação da humidade foi obtida por um processo expedito (NP 2803-21ⁱ). Recorreu-se ao equipamento Aqua-Boy, utilizado na indústria da cortiça, munido de uma sonda com cinco agulhas de 5 cm de comprimento cada.

A medição do calibre foi obtida por medição nos dois extremos do provete, recorrendo-se a um paquímetro com uma incerteza de 0,02 mm.

Com os dados obtidos da força, ângulo e massa volúmica das rolhas, determinou-se o valor médio destes

parâmetros, os quais permitiram ajudar a caracterizar os provetes. Esta opção é sustentada pela impossibilidade de se determinar rigorosamente estes parâmetros para os provetes, possibilitando assim, a obtenção dos valores médios destas características identificadoras das propriedades de um material que é anisotrópico.

Foram utilizados para o tratamento destes dados, dois modelos de análise multivariada - Análise de taxonomia numérica e a análise discriminante multivariada

Para a primeira foi seguida a mesma metodologia apresentada por SILVA (2003).

A utilização da análise discriminante surgiu com o objectivo de se distinguir estatisticamente entre dois ou mais grupos de indivíduos, previamente definidos a partir de características conhecidas para todos os elementos dos grupos.

Emprega-se esta análise multivariada, para detectar as características que distinguem os elementos de um grupo dos de outro, de modo que, conhecidas as características de um novo indivíduo, se possa prever a que grupo pertence.

Para a nossa análise discriminante multivariada, utilizou-se o programa NCSS 2000 HINTZE (2001).

Com este conjunto de informação foi possível contabilizar o número de objectos em cada grupo, resultando assim uma matriz, a qual permitiu listar quais os objectos que tinham classificação dispare, relativamente à inicialmente indicada por nós, e ponderar a sua probabilidade de ocorrência em cada um dos grupos.

Resultados e discussão

Análise pelo método de taxonomia numérica

O conjunto dos 38 provetes resultantes das 22 pranchas iniciais, foi analisado por métodos de taxonomia numérica. Preparou-se uma matriz de dados composta por 38 linhas, correspondentes aos 38 provetes, e com 10 colunas relativas às variáveis físicas e de análise de imagem da cortiça (Quadro 3).

O fenograma de distâncias (Figura 2), obtido pela aplicação do método UPGMA

à respectiva matriz de distâncias, é uma cópia aceitável daquela matriz, tendo em consideração o valor do coeficiente de correlação cofenética (r) de 0,74.

O fenograma permite visualizar dois grupos aos quais se ligam três *outliers* (37B137, 111C27 e 117A228). O primeiro grupo é constituído pelos provetes 111B46, 23A129, 23A130, 116A33, 36B135, 23B131, 23B132, 37A210, 320A239, 320A312, 320A313, 320A414, e 320A240. Os restantes provetes constituem o outro grupo, que determina vários subgrupos no seu interior, como são os casos dos provetes 117A125, 117A126 e 117A227, que se agrupam entre si; o provete 116B44, liga-se ao 215A521, e estes dois ligam-se ao 111C48, ligando-se o provete 215B523, a estes três. Em resumo, os diferentes grupos de provetes que se formam no fenograma, revelam uma lógica para essa agregação, pois com poucas excepções, são provenientes da mesma árvore e zona de despela.

Quadro 3 – Valor mínimo, máximo, média e desvio padrão das variáveis físicas e de análise de imagem dos provetes

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
F (daN)	2,32	4,73	3,389	0,555
A_n (grau)	17,81	41,74	30,736	6,173
C (mm)	31,30	49,60	39,497	4,597
MV (Kg.m ⁻³)	153,04	278,11	201,545	38,526
H (%)	5,50	10,00	7,229	0,972
Bp	96,00	324,00	183,026	64,435
BaM (mm ²)	2,62	100,14	20,251	23,001
Rp	13,00	107,00	49,474	26,029
RaM (mm ²)	3,68	108,28	41,361	28,374
Rami (mm ²)	0,09	0,14	0,094	0,011

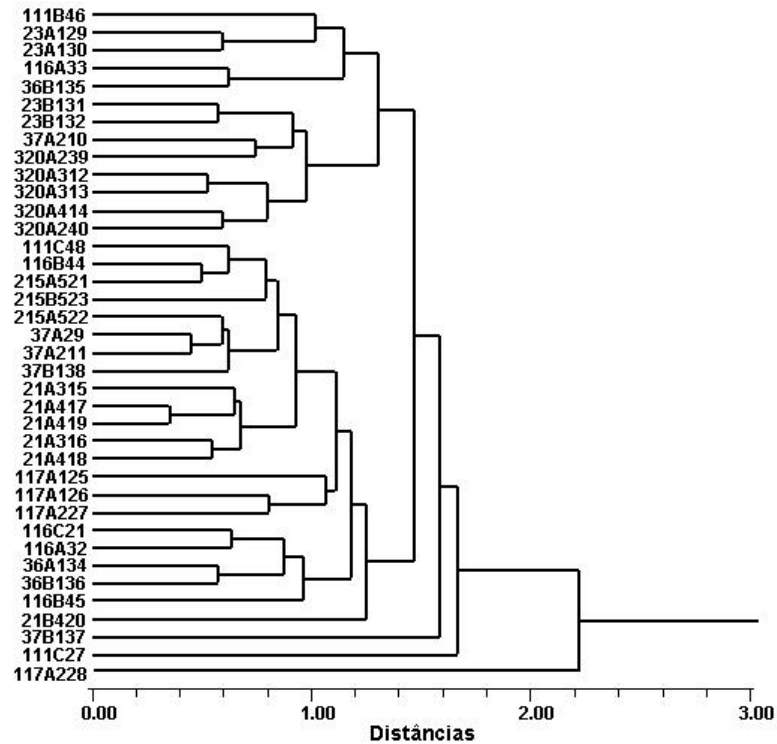


Figura 2 – Fenograma de distâncias dos 38 provetes, baseado no método UPGMA, aplicado à matriz distâncias ($r = 0,74$)

Para detecção de eventuais distorções locais nas projecções dos provetes, procedeu-se às projecções dos 38 provetes no plano definido pelas duas primeiras componentes principais, que em conjunto representam 54,6% da variância total implícita na matriz de dados originais, às quais foi sobreposta a árvore de conexão mínima (Figura 3). A análise desta figura, permite-nos afirmar que as ligações e disposição espacial dos provetes está em concordância com a maioria dos agrupamentos determinados pelo fenograma.

Pela análise das projecções das variáveis no plano definido pelas duas primeiras componentes principais (Figura 4), conjugada com o Quadro 4, das correlações entre as variáveis com as

três primeiras componentes principais, verifica-se uma grande proximidade entre as projecções das variáveis resultantes do estudo das 22 pranchas (conf. Quadro 1 da Parte I do artigo anterior), que deram origem aos provetes. Assim, a primeira componente principal é controlada pela massa volúmica (MV), pelo número de poros da barriga (Bp) e número de poros transversais (Rp), e pela área máxima dos poros transversais (RaM), indicando que os provetes situados no lado direito da figura têm valores elevados nestas variáveis; enquanto os provetes situados no lado esquerdo da mesma figura, apresentam valores elevados de humidade (H) e área mínima dos poros transversais (Rami). A segunda compo-

nente principal separa os provetes com valores elevados da variável força (F) que se posiciona do lado superior da Figura 4, dos provetes com baixos valores daquela variável, mas com elevados

valores de área máxima de poros transversais (Rami) e de ângulo (A_n) situados no lado de baixo da mesma figura. Na terceira componente principal é mais importante a variável calibre.

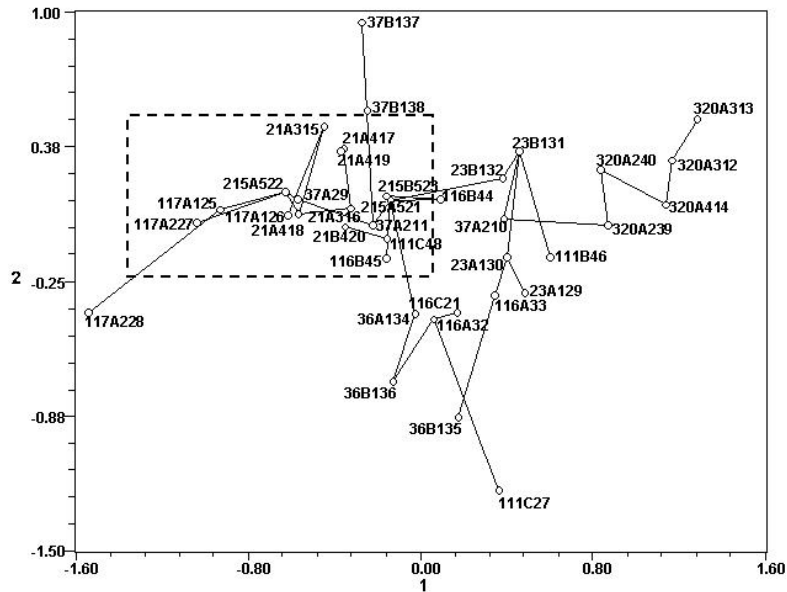


Figura 3 – Projeção dos 38 provetes no plano definido pelas duas primeiras componentes principais, a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima para detecção de distorções locais

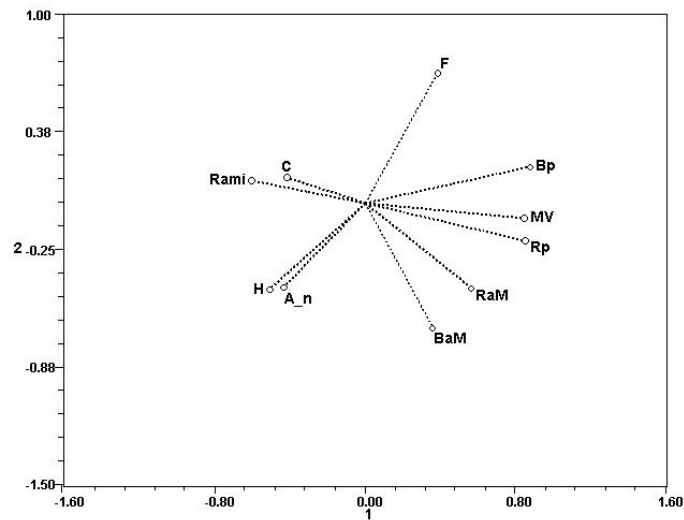


Figura 4 – Projeções das variáveis físicas e de análise de imagem dos provetes, no plano definido pelas duas primeiras componentes principais

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

Variáveis	Componentes Principais		
	1	2	3
F (daN)	0,3862	0,6914	0,1461
A_n (grau)	-0,4315	-0,4458	0,4278
C (mm)	-0,4133	0,1365	-0,6704
MV (Kg.m ⁻³)	0,8494	-0,0797	-0,3099
H (%)	-0,5084	-0,4603	-0,3768
Bp	0,8786	0,1947	-0,2803
BaM (mm ²)	0,3618	-0,6625	-0,0638
Rp	0,8525	-0,2005	-0,1122
RaM (mm ²)	0,5667	-0,4538	-0,0866
Rami (mm ²)	-0,6061	0,1197	-0,5557
Valor próprio	3,8042	1,6509	1,3034
Variância total (%)	38,04	16,51	13,03
Variância acumulada (%)	38,04	54,55	67,58

Se, como fizemos anteriormente, introduzirmos na análise o conhecimento proporcionado pelas classificações das cortiças, verificamos que as cortiças consideradas de boa qualidade posicionam-se para o lado superior esquerdo da Figura 3, enquanto que as consideradas más, pelo contrário, se situam do lado direito da mesma figura, i.e., as cortiças boas têm valores baixos de número de poros da barriga (Bp) e transversais (Rp), de área máxima de poros transversais (RaM) e de massa volúmica (MV), e valores mais altos de humidade (H) e de área mínima de poros transversais (Rami). As cortiças más, pelo contrário, têm valores mais elevados de número de poros da barriga (Bp), transversais (Rp), de área máxima de poros transversais (RaM) e de massa volúmica (MV) e valores mais baixos de humidade (H) e de área mínima de poros transversais (Rami). A meio da Figura 3,

numa posição intermédia, situam-se as cortiças classificadas como de qualidade média, com valores também intermédios das variáveis utilizadas. Estas constatações podem ser confirmadas no Quadro 5, em que se apresenta a matriz de dados originais, ordenada segundo o fenograma de distâncias.

Se visualizarmos a projecção dos provetes no plano definido pela primeira e terceira componentes principais (Figuras 5 e 6), podemos observar a separação dos provetes segundo os valores da variável calibre (C). Valores altos desta variável posicionam os provetes na zona inferior da figura.

Seguindo o mesmo procedimento adoptado para as 22 rabanadas, propomos, no Quadro 6, a constituição dos grupos de provetes em relação à sua qualidade, recorrendo à informação fornecida pelas Figuras 3 e 4, conjugada com os dados dos Quadros 4 e 5.

Quadro 5 – Matriz de dados originais reordenada segundo os agrupamentos determinados pelo fenograma de distâncias

Provete	F (daN)	A_n (grau)	C (mm)	MV (Kg.m ³)	H (%)	Bp	BaM (mm ²)	Rp	RaM (mm ²)	Rami (mm ²)
111B46	4,250	27,510	34,600	258,980	8,500	175,000	42,270	93,000	38,710	0,090
23 A129	3,320	24,040	42,200	278,110	7,700	223,000	75,360	48,000	30,160	0,090
23 A130	3,150	24,440	38,700	260,280	7,600	218,000	38,690	54,000	34,980	0,090
116 A33	3,430	30,040	36,800	209,680	6,300	167,000	77,260	60,000	35,080	0,090
36B135	2,820	33,970	38,300	191,420	6,900	144,000	100,140	62,000	55,320	0,090
23B131	4,130	27,920	40,700	246,440	7,100	243,000	13,920	58,000	37,570	0,090
23B132	3,770	36,250	37,800	238,460	6,700	269,000	8,350	60,000	24,590	0,090
37 A210	3,800	27,250	41,300	215,650	7,500	207,000	11,660	70,000	78,990	0,090
320 A239	3,400	23,170	39,300	249,480	6,500	289,000	16,250	63,000	105,890	0,090
320 A312	3,970	26,330	39,500	250,120	5,500	324,000	20,560	104,000	68,990	0,090
320 A313	4,500	21,220	36,500	257,810	5,800	308,000	12,390	96,000	85,960	0,090
320 A414	3,350	22,880	35,600	273,990	6,200	311,000	25,590	107,000	45,330	0,090
320 A240	3,280	17,810	38,700	251,050	6,500	301,000	15,240	73,000	53,300	0,090
111C48	3,300	32,080	38,200	191,270	8,500	186,000	5,820	59,000	21,940	0,090
116B44	3,330	29,810	35,400	180,290	6,700	201,000	15,450	60,000	22,230	0,090
215 A521	3,480	35,850	40,300	178,310	6,900	177,000	6,550	57,000	24,430	0,090
215B523	2,600	24,480	41,100	169,530	6,600	197,000	10,200	44,000	19,690	0,090
215 A522	3,220	33,970	43,200	164,680	7,400	150,000	5,170	29,000	12,530	0,100
37 A29	3,320	33,800	49,600	166,820	7,500	145,000	7,550	29,000	25,990	0,090
37 A211	3,330	34,450	46,400	188,470	7,000	173,000	15,030	37,000	48,030	0,090
37B138	3,970	29,710	45,900	180,010	6,800	187,000	4,870	27,000	16,690	0,090
21 A315	3,520	24,680	36,700	170,060	7,000	130,000	3,000	23,000	3,680	0,100
21 A417	3,920	32,480	33,700	153,040	6,400	101,000	3,410	22,000	26,600	0,090
21 A419	3,550	29,080	31,300	153,150	6,400	106,000	3,890	19,000	13,730	0,090
21 A316	3,730	32,310	38,400	162,840	7,400	123,000	7,380	26,000	56,050	0,090
21 A418	3,220	31,800	35,600	155,330	7,600	125,000	3,070	23,000	32,310	0,100
117 A125	3,300	37,030	44,700	176,300	7,600	100,000	13,780	28,000	11,280	0,120
117 A126	2,800	19,800	40,400	169,380	8,400	99,000	7,410	27,000	24,390	0,100
117 A227	2,620	29,590	48,200	157,800	8,500	109,000	2,620	13,000	4,730	0,100
116C21	3,450	38,380	39,400	238,690	7,400	177,000	19,430	29,000	108,280	0,090
116 A32	3,020	37,030	35,700	193,680	7,300	169,000	15,280	52,000	86,820	0,090
36 A134	2,900	39,340	43,000	199,310	7,500	172,000	14,470	80,000	55,840	0,090
36B136	2,520	41,740	39,600	182,550	7,000	134,000	38,750	70,000	59,970	0,090
116B45	3,000	41,300	35,100	175,290	5,700	151,000	21,700	42,000	33,070	0,090
21B420	3,980	40,410	31,800	214,090	8,600	139,000	7,400	18,000	14,170	0,090
37B137	4,730	26,520	45,300	181,910	6,400	215,000	7,490	28,000	18,490	0,120
111C27	2,480	34,750	33,500	213,280	9,300	214,000	63,100	77,000	101,820	0,090
117 A228	2,320	34,750	48,400	161,140	10,000	96,000	9,040	13,000	34,080	0,140

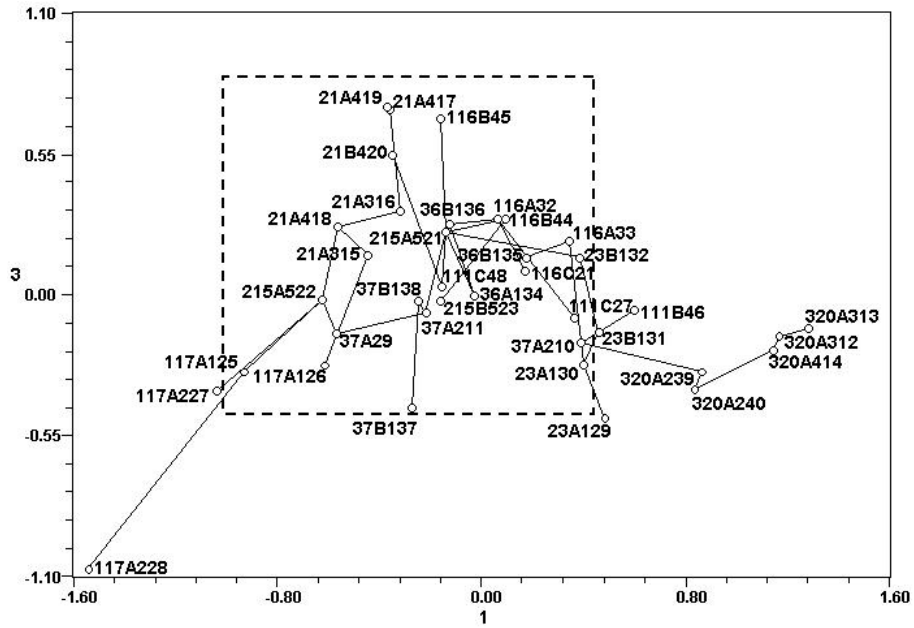


Figura 5 – Projecção dos 38 provetes no plano definido pela primeira e terceira componentes principais, a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima para detecção de distorções locais

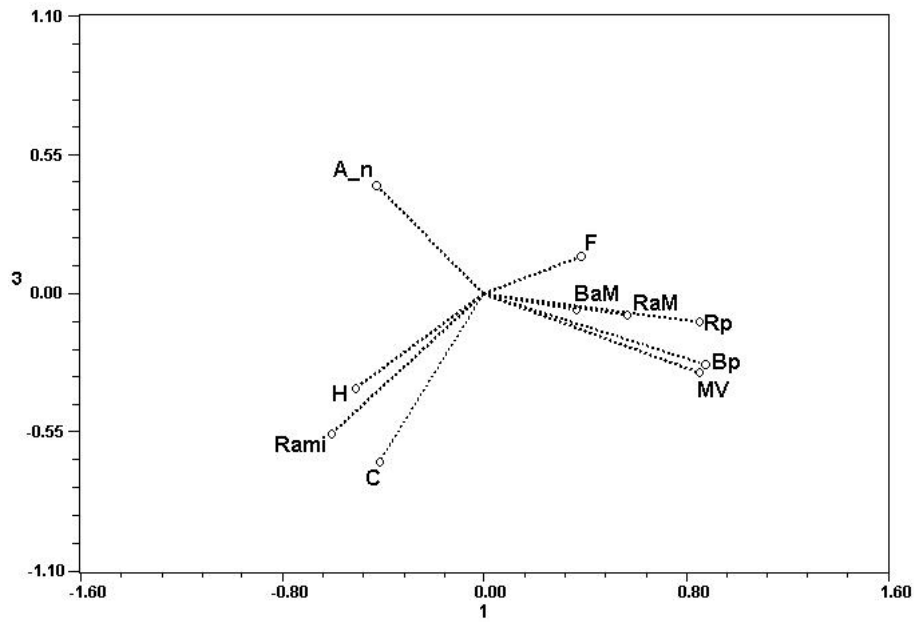


Figura 6 – Projecções das variáveis físicas e de análise de imagem dos provetes no plano definido pela primeira e terceira componentes principais

Quadro 6 – Classificação dos provetes como resultado da classificação obtido pelo critério objectivo

Boas	Médias	Más
117 A228	111C27	320 A313
117 A227	116 A32	320 A312
117 A125	116C21	320 A414
117 A126	36B136	320 A240
21 A315	36 A134	320 A239
21 A418	215B523	37 A210
21 A316	215 A521	23B131
21 A417	116B44	111B46
21 A419	111C48	23 A130
37 A29	116B45	23 A129
215 A522	21B420	116 A33
	37 A211	36B135
	37B137	23B132
	37B138	

Análise discriminante multivariada

Como foi oportunamente dito no capítulo Material e Métodos, no programa que temos disponível para efectuar a análise discriminante multivariada, indicámos a existência de três grupos, conforme a classificação efectuada para as cortiças.

No Quadro 7, apresentam-se os resultados que são comparados com as informações dadas ao programa, os quais apresentam algumas distorções.

O provete 116A33, classificado pelo critério externo como de qualidade média, foi reclassificado como mau; o provete 21B420, classificado como bom, foi posicionada no grupo de qualidade má; e o 215A522, inicialmente considerado como médio, foi reclassificado como bom.

O provete 116A33 exhibe uma elevada percentagem de qualidade má, já que têm valor da área máxima dos poros da barriga (RaM) alto e um valor da humidade (H) é baixo.

Por seu turno, o provete 21B420 tem

bastante afinidade com o grupo de qualidade má, pois exhibe um valor de massa volúmica (MV) bastante elevado e um calibre (C) não muito alto.

O provete 215A522 apresenta uma grande afinidade com o grupo de qualidade boa (mais de 90%), pelo facto de ter valores de análise de imagem e de calibre (C) próximos dos provetes de qualidade boa, ou seja, valores de número de poros da barriga (Bp), área máxima dos poros da barriga (BaM), número de poros transversal (Rp), área máxima de poros transversal (RaM) e área mínima de poros transversal (Rami) com valores baixos, e um calibre (C) alto, para uma massa volúmica próxima dos 165 Kg/m³.

Contudo, os provetes 116C21, 116B44, 23A130, 23B131, 23B132, 215A521, 36A134, 36B136, 37A210, 37A211 e 320A414 são provetes que, embora mantenham a mesmo grupo, possuem uma percentagem de atribuição significativa de outro ou de outros grupos de qualidade.

Quadro 7 – Percentagem de ocorrência de cada grupo

Provetes	Actual	Previsão	% Boa	% Média	% Má
111B46	má	má	0,1	0,0	99,9
111C27	má	má	0,0	0,5	99,5
111C48	má	má	3,4	4,0	92,6
116C21	Média	Média	22,3	74,0	3,7
116 A32	Média	Média	2,8	93,1	4,1
116A33	Média	má	0,3	16,8	83,0
116B44	Média	Média	2,4	85,8	11,7
116B45	Média	Média	0,2	98,7	1,2
117A125	Boa	Boa	98,9	0,9	0,2
117A126	Boa	Boa	99,9	0,1	0,0
117A227	Boa	Boa	99,7	0,2	0,1
117A228	Boa	Boa	99,9	0,0	0,0
21A315	Boa	Boa	99,4	0,6	0,0
21A316	Boa	Boa	99,8	0,2	0,0
21A417	Boa	Boa	99,7	0,3	0,0
21A418	Boa	Boa	97,8	2,1	0,0
21A419	Boa	Boa	97,9	2,1	0,0
21B420	Boa	má	31,5	1,4	67,0
23A129	má	má	0,0	0,4	99,5
23A130	má	má	0,2	15,5	84,4
23B131	má	má	11,2	35,5	53,3
23B132	má	má	0,0	49,8	50,1
215A521	Média	Média	13,9	55,5	30,6
215A522	Média	Boa	91,4	7,3	1,3
215B523	Média	Média	4,0	95,2	0,8
36A134	má	má	0,1	16,7	83,2
36B135	má	má	0,0	2,4	97,5
36B136	má	má	0,0	36,4	63,5
37A29	Boa	Boa	98,5	0,8	0,7
37A210	Boa	Boa	66,6	25,1	8,3
37A211	Boa	Boa	67,2	27,4	5,5
37B137	Boa	Boa	100,0	0,0	0,0
37B138	Boa	Boa	99,1	0,8	0,1
320 A312	Média	Média	0,0	97,3	2,7
320 A313	Média	Média	0,5	98,8	0,7
320 A414	Média	Média	0,0	78,1	21,9
320 A239	Média	Média	0,2	99,7	0,2
320 A240	Média	Média	0,0	98,7	1,3

O provete 116C21 tem uma contribuição significativa de qualidade boa, pelo facto de ter o par força (F) e ângulo de torção (A_n) mais próximos dos provetes bons, embora tenha um valor de área máxima de poros transversais (RaM) e massa volúmica (MV) muito elevada.

Por outro lado, o provete 116B44, originário da mesma árvore que o anterior, tem uma certa contribuição de qualidade má, já que um ângulo de torção (A_n) baixo e o número de poros da barriga (Bp) alto, para o grupo das médias.

Os provetes 23A130, 23B131 e 23B132, originários da árvore 23, têm uma contribuição expressiva de qualidade média, e até de boa, para o caso do provete 23B131. O primeiro provete, tem valores de área máxima de poros da barriga (BaM) e transversal (RaM), não muito altos; o segundo (23B131), embora possua uma força (F) elevada, tem um ângulo (A_n) correspondente baixo, assim como o seu calibre (C) é alto, mas tem uma massa volúmica (MV) também alta, ou seja, possui características que, vistas individualmente, poderiam ser indicativas de uma boa cortiça, mas utilizando a informação completa, somos conduzidos a caracterização mais ajustada do provete. Todavia, este segundo provete, tem um valor de área máxima de poros da barriga (BaM) baixo, para um provete de qualidade má. O provete 23B132, exhibe um ângulo de torção (A_n) alto, relativamente aos outros dois provetes, e áreas máxima dos poros da barriga (BaM) e transversal (RaM) baixos.

O provete 215A521 exhibe uma contribuição repartida pelas três

qualidades. De facto, tem um valor baixo de área máxima de poros da barriga (BaM), aproximando-o dos provetes de qualidade boa, tem valores de humidade (H) e do número de poros transversais (Rp), que o fazem aproximar dos provetes maus.

Os dois provetes da árvore 36 - 36A134 e 36B136 - exibem alguma distorção no sentido da qualidade média. O 36A134 tem um valor de área máxima dos poros da barriga (BaM) baixo, enquanto que o segundo provete exhibe um ângulo de torção (A_n) elevado, um número de poros da barriga (Bp) e uma massa volúmica (MV) mais baixos, aproximando-o assim, dos provetes de melhor qualidade.

Os provetes 37A210 e 37A211 foram retirados da mesma rabanada, sendo contíguos, demonstram um certo peso de qualidade média, pois o provete 37A210 exhibe valores baixos de ângulo de torção (A_n), e elevados de massa volúmica (MV) e da área máxima dos poros transversais (RaM); o segundo provete exhibe valores de área máxima de poros da barriga (BaM) e o número de poros transversal (Rp) mais baixo.

Para finalizar este conjunto, o provete 320A414 apresenta alguma má qualidade, pois possui um ângulo de torção (A_n) baixo e a massa volúmica (MV), número de poros da barriga (Bp) e transversal (Rp) com valores altos.

O Quadro 8 indica a importância das funções discriminantes calculadas, ressaltando de imediato o facto, do valor próprio da primeira função discriminante ser três vezes maior do que a segunda, representando, por si só, 75,8% da variância total, o que nos indica que a classificação é credível.

Na Figura 7 é possível visualizar, três grupos situados em diferentes zonas da figura, a que correspondem os três tipos de qualidade - boas, médias e más -, definidos pelo critério pontuação (critério externo). Assim, pode afirmar-se que os provetes de qualidade boa posicionam-se na parte superior da figura, os provetes de média e má qualidade dispõem-se na parte inferior da mesma figura, sendo a zona esquerda da referida figura, a área correspondente aos provetes de qualidade média e a do

lado direito pertencente aos provetes de qualidade má.

É notório a existência de um provete classificado como médio que está no espaço pertencente aos provetes bons (215A522) e outro classificado também como de média qualidade mas que se posiciona na zona de má qualidade (116A33); por outro lado, existe também, um outro provete bom (21B420) que se posiciona na zona dos provetes maus. Esta constatação está de acordo com o exposto no Quadro 7.

Quadro 8 - Importância das funções discriminantes, resultante da aplicação da análise discriminante multivariada à classificação da qualidade dos provetes, aos grupos considerados pelo critério externo (critério de pontuação)

Função Discriminante	Valor Próprio	% de Variância Relativa	% de Variância Acumulada	R ²	Λ de Wilks
1	2,754	75,8	75,8	0,7336	0,142
2	0,878	24,2	100	0,4675	0,532

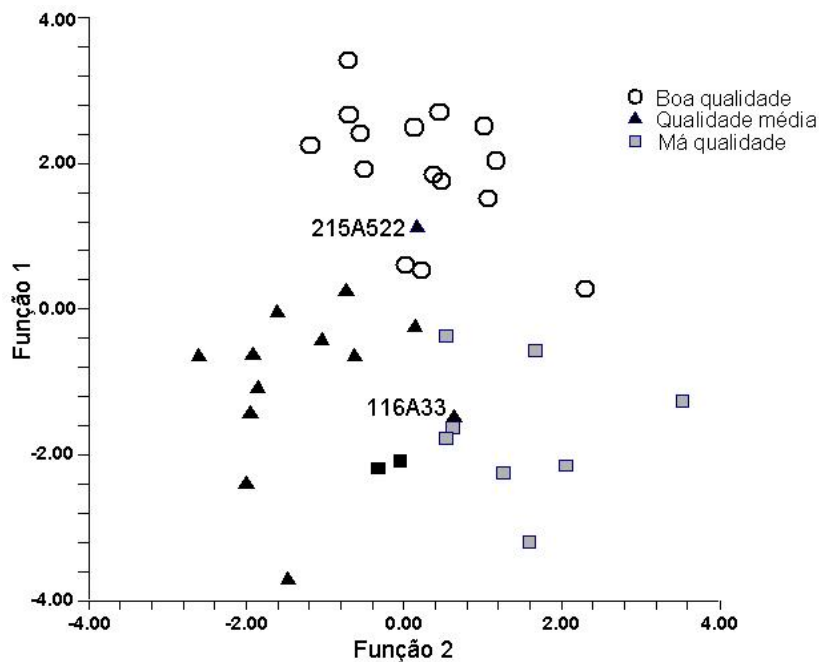


Figura 7 - Projecção dos provetes segundo a classificação do critério de pontuação

Se considerarmos agora a classificação objectiva proposta (conf. Quadro 6), podemos aplicar a análise discriminante multivariada a estes novos grupos resultantes do critério objectivo, com o intuito de validar a informação obtida e assim, assegurarmos das vantagens desta análise.

A aplicação da análise discriminante multivariada a estes novos grupos, permite obter os resultados apresentados no Quadro 9 e Figura 8.

O Quadro 9, permite-nos verificar que os provetes 37A29 e 37A210 são as duas anomalias na classificação do conjunto dos provetes. A primeira, 37A29, classificada pelo critério objectivo como boa, é posicionada por esta análise, como média e a segunda, 37A210 classificada como má, pelo critério objectivo, é reposicionada como média segundo esta análise. O provete 215B523, embora mantenha a mesma classificação, possui algo nas suas características que a faz ter uma percentagem alta de qualidade boa. Por outro lado, a 215A522 é classificada pelo critério objectivo como boa, exhibe alguma percentagem de qualidade média. É interessante reparar que estes dois provetes provêm de cortiça da mesma árvore 215, de pranchas contíguas, sendo a 215A522 resultado da despela mais a baixo e as duas serem provetes de qualidade média, pelo critério objectivo, mas situam-se entre os provetes de qualidade boa e média.

O provete 23B132, embora esteja classificado como mau, exhibe por seu turno, uma certa percentagem de qualidade média.

O Quadro 10 indica a importância das funções discriminantes calculadas, constatando de imediato que o valor próprio da primeira função discriminante é quase doze vezes superior à segunda, podendo

verificar-se que a primeira função discriminante representa 92,2% da variância total.

Pela Figura 8 é possível constatar a existência de três grupos distintos, correspondentes aos três tipos de qualidade de cortiça. Na parte superior da figura estão agrupados os provetes de qualidade boa e na parte inferior da mesma, posiciona-se o grupo dos provetes de qualidade má. Os provetes de qualidade média estão colocados a meio da figura, entre os outros dois grupos de qualidade.

Com os resultados destes dois critérios, construiu-se o Quadro 11, onde é possível constatar as principais diferenças entre as duas classificações da qualidade dos provetes.

Os provetes 111C27, 111C48, 116A33, 21B420, 320A239, 320A240, 320A312, 320A313, 320A414, 36A134, 36B136, 37A210, 37A211, 37B137 e 37B138 são aqueles onde os dois critérios diferem na classificação dos provetes. É importante reparar mais uma vez, que a totalidade dos provetes da árvore 320 e a quase totalidade dos provetes da árvore 36 e 37, terem outra classificação diferente da dada pelo critério externo, o que consolida a ideia de que o critério objectivo é mais consistente na classificação da qualidade das cortiças relativamente ao critério de pontuação (critério externo), que enferma por ser subjectivo na sua análise. Para além desta constatação há a realçar que a classificação dada a esta cortiça pelo critério externo, é desajustada das suas características, pelo que somos levados a crer que os provetes da árvore 320 são de qualidade má, que os provetes da árvore 36 são de qualidade média/má e os provetes da árvore 37 são de qualidade média, embora com porções de cortiça que se aproximam da qualidade média e outros da má.

Quadro 9 – Previsão da classificação dos provetes nos três grupos considerados (Boas, Médias e Más), tomando como base a classificação objectiva proposta no Quadro 5

Provete	Actual	Previsão	% Boa	% Média	% Má
111B46	Má	Má	0,0	0,0	100,0
111C27	Média	Média	0,0	94,6	5,4
111C48	Média	Média	1,1	98,9	0,0
116 A32	Média	Média	1,8	98,2	0,0
116 A33	má	Má	0,0	0,1	99,9
116B44	Média	Média	0,6	99,3	0,0
116B45	Média	Média	1,5	98,5	0,0
116C21	Média	Média	0,1	98,6	1,3
117 A125	Boa	Boa	98,4	1,6	0,0
117 A126	Boa	Boa	100,0	0,0	0,0
117 A227	Boa	Boa	99,9	0,1	0,0
117 A228	Boa	Boa	100,0	0,0	0,0
215 A521	Média	Média	1,0	99,0	0,0
215 A522	Boa	Boa	69,1	30,9	0,0
215B523	Média	Média	31,6	68,4	0,0
21 A315	Boa	Boa	99,6	0,4	0,0
21 A316	Boa	Boa	92,4	7,6	0,0
21 A417	Boa	Boa	99,3	0,7	0,0
21 A418	Boa	Boa	99,4	0,6	0,0
21 A419	Boa	Boa	99,8	0,2	0,0
21B420	Média	Média	1,6	98,4	0,0
23 A129	má	má	0,0	0,0	100,0
23 A130	má	má	0,0	0,0	100,0
23B131	má	Má	0,0	0,4	99,6
23B132	má	Má	0,0	23,7	76,3
320 A239	má	Má	0,0	0,2	99,8
320 A240	má	Má	0,0	0,0	100,0
320 A312	má	Má	0,0	0,0	100,0
320 A313	má	Má	0,0	0,0	100,0
320 A414	má	Má	0,0	0,0	100,0
36 A134	Média	Média	0,1	99,9	0,0
36B135	má	Má	0,0	2,4	97,6
36B136	Média	Média	0,4	99,6	0,0
37 A210	Má	Média	0,1	80,9	18,9
37 A211	Média	Média	1,1	98,9	0,0
37 A29	Boa	Média	33,8	66,2	0,0
37B137	Média	Média	7,7	91,6	0,8
37B138	Média	Média	3,2	96,8	0,0

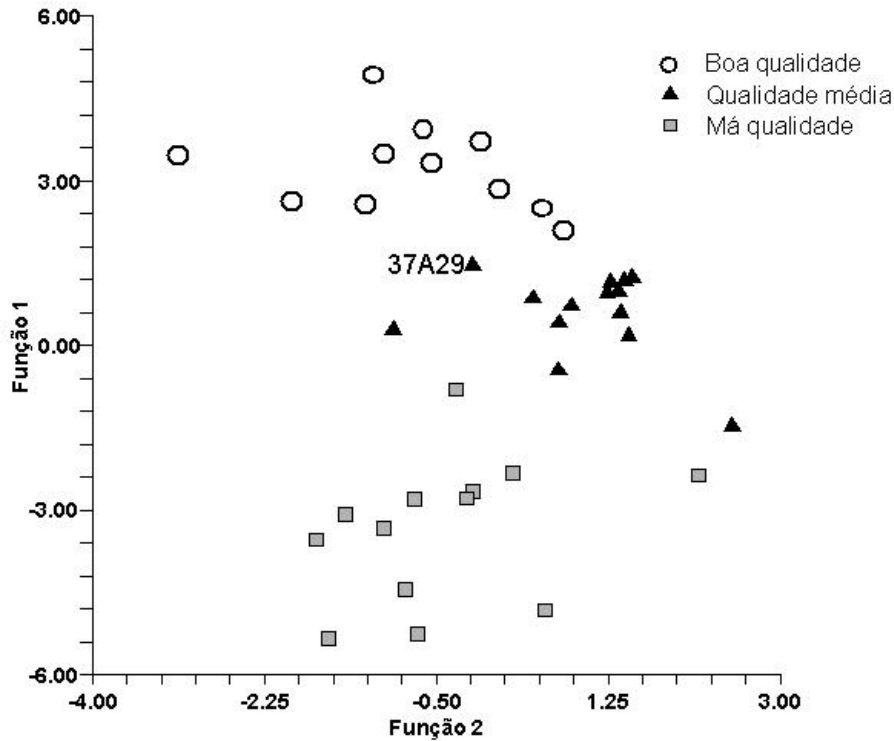


Figura 8 – Projecções dos provetes segundo a classificação objectiva proposta.

Quadro 10 – Importância das funções discriminantes, resultante da aplicação da análise discriminante multivariada à classificação da qualidade dos provetes, aos grupos considerados pelo critério objectivo

Função Discriminante	Valor Próprio	% de Variância Relativa	% de Variância Acumulada	R ²	λ de Wilks
1	7,585	92,2	92,2	0,884	0,071
2	0,639	7,8	100	0,390	0,609

Na realidade a constatação efectuada relativamente às características das rabanadas, é quase totalmente aplicada ao caso dos provetes, pois os parâmetros ângulo de torção (A_n), massa volúmica (MV), número de poros da barriga (Bp) e transversal (Rp), e da área máxima dos poros transversais (RaM) têm uma afinidade à generalidade dos provetes de qualidade má. Por outro lado, dois dos

três provetes da árvore 36 são médios (36A134 e 36B136), o que é evidenciado pelos valores de ângulo de torção (A_n), massa volúmica (MV), número de poros da barriga (Bp) e transversal (Rp). Da mesma forma, três dos cinco provetes da árvore 37 (37A211, 37B37, 37B138) têm valores muito diferenciados entre eles, mas o espectro das suas características aproxima-os dos provetes médios.

Quadro 11 – Comparação das duas classificações aos provetes - critério de pontuação e critério objectivo

Provetes	Classificação da Aplicação do Critério de Pontuação	Classificação Resultante do Critério Objectivo
111B46	Má	má
111C27	Má	Média
111C48	Má	Média
116A32	Média	Média
116 A33	Média	má
116B44	Média	Média
116B45	Média	Média
116C21	Média	Média
117 A125	Boa	Boa
117 A126	Boa	Boa
117 A227	Boa	Boa
117 A228	Boa	Boa
215 A521	Média	Média
215 A522	Média	Boa
215B523	Média	Média
21 A315	Boa	Boa
21 A316	Boa	Boa
21 A417	Boa	Boa
21 A418	Boa	Boa
21 A419	Boa	Boa
21B420	Boa	Média
23 A129	Má	má
23 A130	Má	má
23B131	Má	má
23B132	Má	má
320 A239	Média	má
320 A240	Média	má
320 A312	Média	má
320 A313	Média	má
320 A414	Média	má
36 A134	Má	Média
36B135	Má	má
36B136	Má	Média
37 A210	Boa	má
37 A211	Boa	Média
37 A29	Boa	Boa
37B137	Boa	Média
37B138	Boa	Média

Bibliografia

- CARVALHO, A, 1993. Relatório Final / PEDIP I / Prog. 5 "Qualificação de Amadias Preparada".
- FONSECA, F.M.A., LOUZADA, J.L.P.C., SILVA, M.E.C.M., GOMES C.A.M., 1992. Determinação da porosidade da cortiça com sistema de análise de imagens por computador e estudo preliminar da sua variação por classes de qualidade. *Simp. Mediterrânico sobre Regeneración del Monte Alcornocal, Mérida/Sevilha/Montargil*. pp. 305-310.
- FONSECA, F.M.A., 2000. Variação e Determinismo Fenotípico da Porosidade. A Reacção do Sobreiro à Formação da Cortiça. *Cong. Mundial do Sobreiro e da Cortiça*, Lisboa.
- HINTZE, J., 2001, NCSS and Pass Number Cruncher Statistical Systems. Kaysville. Utah.
- 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 Março de 2005

Aceite para publicação em Junho de 2005

ⁱ Norma Portuguesa: "Cortiça. Rolhas cilíndricas. Ensaios físicos. Parte 2: Determinação da humidade".