

Caracterização da Composição Química da Madeira de *Quercus faginea*

Vicelina Sousa, Sofia Cardoso, Isabel Miranda e Helena Pereira

UTL. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Tapada da Ajuda 1349-017
LISBOA

Resumo. Neste estudo fez-se a caracterização da composição química somativa (cinzas, extractivos, lenhinas e polissacáridos) da madeira de cerne e de borne de *Quercus faginea* proveniente de um local do Nordeste Transmontano (Macedo de Cavaleiros). Foram seleccionadas e abatidas 10 árvores de *Quercus faginea* e retiradas amostras de discos a 1,30 m de altura da árvore. As árvores de *Quercus faginea* estudadas apresentaram todas formação de cerne, com um contorno regular e cor castanha amarelada bem distinto do borne de cor castanha mais clara. A área de cerne variou entre 15% e 64% da área total da secção transversal da madeira, e a espessura de borne entre 1,5 e 4,9 cm. A madeira de *Quercus faginea* apresentou a seguinte composição química: cinzas 0,8%, extractivos totais 14,5% e lenhina total 24,5%. Os polissacáridos são constituídos principalmente por glucose e xilose (respectivamente em média 59,5% e 31,0% dos monómeros).

Palavras chave: *Quercus faginea*, composição química, borne, cerne, madeira

Introdução

O estudo da qualidade tecnológica da madeira de espécies endógenas de carvalhos (*Quercus suber* e *Quercus faginea*) que não são utilizadas para produção de produtos de madeira de elevado valor é actualmente objecto de investigação no CEF (Centro de Estudos Florestais), nomeadamente no âmbito do projecto de investigação PTDC/AGR-AAM/69077/2006 "OAKWOODS.PT- Propriedades da madeira de carvalhos portugueses para produção de produtos sólidos e compostos de madeira de valor elevado" financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.

O carvalho-português, ou carvalho-cerquinho, nomes comuns da espécie *Quercus faginea* Lam., originária da Península Ibérica e Norte de Africa Continental, assume a transição entre os carvalhos de folha caduca do Norte de Portugal (carvalho roble e carvalho negral) e os de folha persistente do Sul (sobreiro e azinheira) (PAIVA, 2007). É uma árvore de folha marcescente (as folhas do ano anterior permanecem até surgirem as novas folhas na Primavera), com um porte médio de 20 m de altura, com copa ampla e arredondada ou ovada, e com ramificações e folhagem abundantes e densas. O tronco é geralmente direito.

A madeira de carvalho-português já foi valorizada no passado, nomeadamente na época dos Descobrimentos Portugueses (PAIVA, 2007), mas actualmente a sua utilização limita-se a combustível, devido ao elevado poder calorífico, bem como para a produção de carvão vegetal (KNAPIČ, 2007).

Para a determinação da qualidade da madeira e dos seus usos, a dimensão e características do cerne são determinantes, sendo este em geral valorizado pela sua dureza e resistência ao ataque por insectos. A madeira de cerne é, em geral, preferida para usos em que se requeira durabilidade e resistência mecânica. Também o conhecimento da composição química da

madeira é importante para a definição do uso do material, estando os seus constituintes químicos relacionados com algumas das suas propriedades.

Assim, com o objectivo de contribuir para o melhor conhecimento da madeira de *Quercus faginea* e para uma melhor avaliação das suas potencialidades tecnológicas foi efectuada a quantificação do cerne e analisada a composição química do cerne e do borne em 10 árvores com idades compreendidas entre 34 e 60 anos, provenientes de um povoamento florestal.

Material e Métodos

Material

Foram estudadas 10 árvores de *Quercus faginea* com idades entre 34 e 60 anos, provenientes de um povoamento localizado no Nordeste Transmontano, no concelho de Macedo de Cavaleiros, distrito de Bragança (41°30'41" - 41°32'10" N, 6°46'25" - 7°01'06" O, 554 m altitude média). O Quadro 1 apresenta os valores do DAP (cm) e altura total (m) das árvores amostradas. A idade foi estimada por meio de contagem dos anéis de crescimento anual numa rodela retirada da base da árvore.

A amostragem na árvore para este estudo foi efectuada a 1,30 m de altura, num disco com 15 cm de espessura.

Quadro 1 - Idade e crescimento das árvores em altura e diâmetro sobre casca a 1,3 m de altura

Árvore	Idade (anos)	Diâmetro com Casca a 1,30 m (cm)	Altura Total (m)
1	60	29,0	9,5
2	34	24,1	10,1
3	34	24,5	11,7
4	43	20,5	10,4
5	36	15,5	10,0
6	42	22,3	11,0
7	39	19,9	10,8
8	38	19,5	10,5
9	39	15,9	11,0
10	39	17,6	9,7

Determinação do cerne

A superfície das amostras foi regularizada com uma lixadeira de fita com lixa P100. Após esta operação, e por diferença de cor, delimitou-se a área de cerne. Para a determinação das áreas de cerne e de borne utilizou-se um sistema de análise de imagem. Para cada amostra foram calculados a área de cerne e de borne, o diâmetro médio do cerne e a espessura média de borne, assim como a percentagem da área de cerne na área total.

Determinação da composição química

O cerne foi individualizado em cada amostra (disco) e separado do borne. As amostras de cerne e de borne foram moídas num moinho de facas e crivadas, utilizando-se a fracção granulométrica 40 - 60 mesh (425 μ m - 250 μ m) para a determinação da composição química.

O teor de cinzas foi obtido gravimetricamente após incineração da amostra (Tappi T 221 om-93). A determinação dos extractivos foi obtida através da determinação gravimétrica do resíduo obtido após evaporação das soluções resultantes de extracções sucessivas com solventes de polaridade crescente (Tappi T204 um 88), utilizando diclorometano, etanol e água. O teor de lenhina total foi obtido a partir da soma dos teores de lenhina insolúvel em ácido (lenhina Klason) e de lenhina solúvel em ácido. O teor de lenhina Klason obteve-se por determinação gravimétrica do resíduo resultante da hidrólise total da fracção polissacarídica da amostra livre de extractivos com ácido sulfúrico (Tappi T 249 pm-75). A lenhina solúvel em ácido foi determinada através da absorção no ultravioleta (200-208 nm) do filtrado resultante da determinação da lenhina Klason. A composição dos açúcares estruturais (correspondente à celulose e às hemiceluloses) foi determinada por cromatografia em fase gasosa, após derivatização nos correspondentes acetatos de alditois dos monómeros resultantes da hidrólise total da amostra (Tappi 249 cm-85, ASTM D 1915).

A composição química da rodela inteira foi calculada como média dos valores da composição química obtidos para o borne e cerne ponderada pelas respectivas áreas seccionais.

Resultados e discussão

As árvores de *Quercus faginea* que foram estudadas apresentaram todas formação de cerne. O cerne apresentou-se com um contorno regular e cor castanha amarelada que se distinguiu bem do borne de cor castanha mais clara. A caracterização do desenvolvimento do cerne (área seccional, de cerne e borne e % de área de cerne) é apresentada no Quadro 2. O cerne, medido através da percentagem de área de cerne na rodela, variou entre 15% e 64%, e a espessura de borne entre 1,5 e 4,9 cm. Esta variabilidade não foi explicada nem pela variação da idade nem pelo diâmetro das árvores.

Quadro 2 - Valores do diâmetro, área total e de cerne, percentagem de área de cerne e espessura de borne para as 10 árvores de *Quercus faginea* amostradas, ordenadas por idade

Árvore	Idade das Árvores	Diâmetro da Madeira (cm)	Área Total (cm ²)	Área de Cerne (cm ²)	Espessura de Borne (cm)	% de Cerne
1	60	25,0	491,2	176,5	5,0	35,9
4	43	17,7	245,3	62,8	4,4	25,6
6	42	21,1	349,0	222,6	2,1	63,8
7	39	16,5	214,6	32,3	5,1	15,0
9	39	15,9	1995	103,7	2,2	52,0
10	39	15,3	184,5	80,6	2,6	43,7
8	38	18,7	275,6	97,2	3,8	35,3
5	36	12,9	1303	43,4	2,7	33,3
2	34	21,5	361,3	184,9	3,1	51,2
3	34	22,8	407,4	62,0	6,9	15,2
Média	41,3 (10,2)	18,7 (3,8)	285,9 (113,2)	106,6 (65,5)	3,8 (1,6)	37,1 (16,0)

O Quadro 3 apresenta os valores médios da composição química básica (em % de peso seco de madeira), incluindo teor de cinzas, teor de extractivos (diclorometano, etanol e água) de lenhina (Klason e solúvel em ácido) assim como os polissacáridos como teor de cada um dos monossacáridos, das fracções de borne e cerne da madeira de *Quercus faginea*. Foi também calculada a composição química na rodela inteira da árvore.

A madeira de *Quercus faginea* apresentou a seguinte composição química: teor em cinzas 0,8%, extractivos totais 14,5% e lenhina total 24,5%, Quanto aos polissacáridos eles são constituídos principalmente por glucose e xilose (respectivamente em média 59,5% e 31,0% dos monómeros).

Quadro 3 - Composição química média das amostras da madeira de *Quercus faginea* (% em peso seco) e composição monomérica dos polissacáridos (% dos açúcares totais). Média de 10 árvores e desvio padrão entre parêntesis

	Cerne	Borne	Disco
Cinzas (% da madeira)	0,5 (0,2)	1,0 (0,4)	0,8 (0,3)
Extractivos (% da madeira)			
Diclorometano	0,7 (0,1)	0,6 (0,2)	0,6 (0,2)
Etanol	13,2 (1,9)	5,9 (1,8)	8,8 (2,1)
Água	5,4 (0,9)	4,3 (0,8)	4,7 (0,8)
Total	19,3 (2,7)	10,8 (2,4)	14,2 (2,8)
Lenhina (% da madeira)			
Lenhina Klason	21,0 (1,0)	22,3 (1,3)	21,8 (1,1)
Lenhina Solúvel	2,7 (0,4)	2,8 (0,3)	2,8 (0,3)
Total	23,7 (0,9)	25,1 (1,1)	24,5 (1,0)
Lenhina total (% da madeira livre de extractivos)	29,4 (1,1)	28,1(1,0)	28,6 (1,2)
Monosacáridos (% do total de açúcares)			
Ramnose	0,6 (0,0)	0,6 (0,1)	0,6 (0,0)
Arabinose	2,7 (0,5)	2,8 (0,4)	2,8 (0,4)
Xilose	30,3 (0,8)	31,4 (1,2)	31,0 (0,9)
Mannose	4,2 (0,9)	3,6 (1,3)	3,8 (1,0)
Galactose	2,4 (0,3)	2,2 (0,4)	2,3 (0,3)
Glucose	59,9 (1,4)	59,3 (1,5)	59,5 (1,1)

Quando comparada com a madeira de borne, a madeira de cerne apresentou menor valor de cinzas (0,5% e 1,0%, respectivamente) e um maior conteúdo de compostos extractáveis (19,3% e 10,8%, respectivamente). O teor de lenhina e de polissacáridos é semelhante no borne e no cerne.

A diferença entre os valores médios do teor de extractivos totais da madeira de cerne e de borne é estatisticamente significativa. A relação dos extractivos totais no cerne e no borne é de 1,8 variando entre árvores de 1,4 a 2,3. Quer na madeira de cerne quer na de borne, a maior percentagem de extractivos ocorreu quando se utilizou o etanol como solvente: os compostos solúveis em etanol são cerca de 70% dos extractivos totais da madeira de cerne e 55% dos extractivos totais da madeira de borne. Os extractivos solubilizados com água representam 30% dos extractivos totais da madeira (cerne 28% e borne 32%). Os compostos não polares solubilizados com diclorometano representam uma fracção muito pequena dos extractivos totais. A percentagem de extractivos em diclorometano, etanol e água, em percentagem dos extractivos totais, para fracção de cerne e de borne está representada na Figura 1.

A ocorrência de valores elevados de extractivos em etanol na fracção do cerne tem sido referenciado também para outras espécies de folhosas. Por exemplo, LOURENÇO *et al.* (2008) referem um teor de extractivos na madeira de cerne de *Acacia melanoxylon* cerca de 1,9 a 2,3 vezes maior do que na madeira de borne, sendo também os extractivos em etanol a maior fracção dos extractivos totais, com mais de 70%. Também MIRANDA *et al.* (2007) referem

maior quantidade de extractivos no cerne de *E. globulus* do que no borne, com os extractivos em etanol correspondendo a mais de 60% do total dos extractivos presentes no cerne.

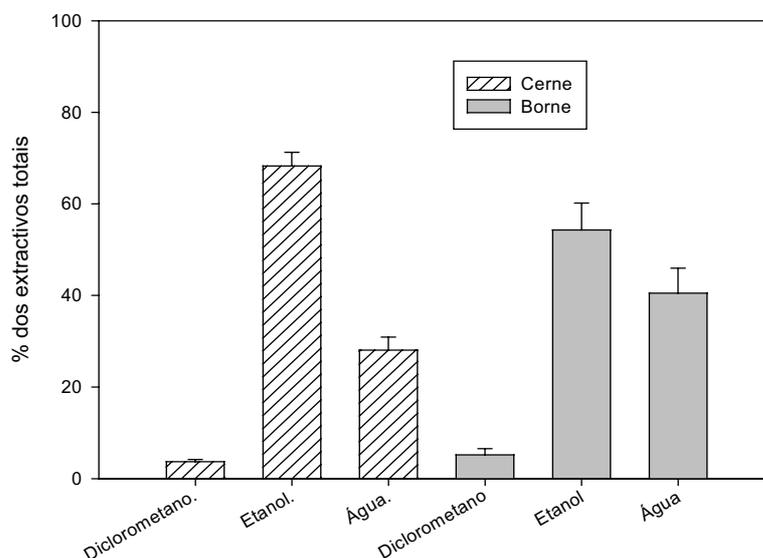


Figura 1 - Conteúdo de extractivos em diclorometano, etanol e água, em percentagem dos extractivos totais para a madeira de cerne e borne de *Quercus faginea*

Estes valores da composição química da madeira de *Quercus faginea* observam-se dentro dos limites referenciados para diferentes espécies de folhosas. A informação existente sobre a composição química de carvalhos é, em geral, muito escassa. LEÃO (2006) refere para *Quercus* spp. a seguinte composição química: extractivos totais 12,1%, lenhina Klason 18,5% lenhina solúvel 0,7%, enquanto SALAZAR e PÉREZ (1998) para 5 espécies de carvalho (*Quercus affinis*, *Q. crassifolia*, *Q. glabrescens*, *Q. mexicana* e *Q. laurina*) referem valores de lenhina entre 19,8 e 22,4%, extractos em etanol-benzeno entre 0,87% e 1,38% e taninos entre 1,17 e 3,46%. Alguns trabalhos caracterizam a composição química dos extractivos de madeiras de carvalho, nomeadamente de *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea* e *Q. Alba*, frequentemente relacionados com a sua utilização em tanoaria (DOUSSOT *et al.*, 2002; CADAHÍA *et al.*, 2003; FERNÁNDEZ de SIMÓN *et al.* (2006); MARTÍNEZ *et al.*, 2008; PRIDA *et al.*, 2009).

Conclusões

Observou-se desenvolvimento de cerne no lenho de *Quercus faginea*, com idades compreendidas entre 34 e 60 anos, que mostrou uma variabilidade importante entre árvores. A madeira de *Quercus faginea* apresenta um teor elevado de extractivos, que corresponde em média a 14% do tronco ao nível de 1,3 m de altura. O cerne acumulou em média 1,8 vezes mais extractivos que o borne, correspondendo principalmente a extractivos em etanol que representam cerca de 70% do total dos extractivos.

Agradecimentos

O trabalho insere-se no âmbito do projecto OAKWOODS.PT financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia através do programa FEDER/POCI 2010. Agradece-se à FCT a bolsa de doutoramento concedida ao primeiro autor (SFRH/BD/42097/2007). Agradece-se a J.L. Louzada, da UTAD, o abate e amostragem das árvores utilizadas neste trabalho, a Joaquina Silva, do ISA, pelo trabalho laboratorial e a Lídia Alves pela análise de imagem .

Bibliografia

- DOUSSOT, F., DE JESO, B., QUIDEAU, S., PARDON, P., 2002. Extractives content in cooperage oak wood during natural seasoning and toasting; influence of tree species, geographic location, and single-tree effects. *J. Agric. Food Chem.* **50**: 5955-5961.
- CADAHÍA E., FERNÁNDEZ de SIMÓN, B., JALOCHA, J., 2003. Volatile compounds in spanish, french, and american oak woods after natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 5923-5932.
- FERNÁNDEZ de SIMÓN, B., SANZ, M., CADAHÍA, E., POVEDA, P., BROTO, M., 2006. Chemical characterization of oak heartwood from spanish forests of *Quercus pyrenaica* (Wild.), ellagitannins, low molecular weight phenolic, and volatile compounds. *J. Agric. Food Chem.* **54**: 8314-8321.
- KNAPIČ, S., 2007. Utilizações da madeira do carvalho-português. In SILVA, J.S. (coord.). Os carvalhais. Um património a conservar. Col. Árvores e Florestas de Portugal, 02. Luso-Americana para o Desenvolvimento/Público/Liga para a Protecção da Natureza, Lisboa. Pp. 47-53.
- LEÃO, M.M., 2006 Influência do termotratamento na composição química da madeira de amburana (*Amburana cearensis*), bálsamo (*Myroxylon balsamum*) e carvalho (*Quercus sp.*) e o impacto no aroma de uma solução de cachaça. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Univeridade de São Paulo, Piracicaba.
- LOURENÇO, A., BATISTA, I., GOMINHO, J., PEREIRA, H., 2008. The influence of heartwood on the pulping properties of *Acacia melanoxylon* wood. *J. Wood Sci.* **54**: 464-469.
- MARTÍNEZ, J., CADAHÍA, E., FERNÁNDEZ de SIMÓN, B., OJEDA, S., RUBIO, P., 2008. Effect of the seasoning method on the chemical composition of oak heartwood to cooperage. *J. Agric. Food Chem.* **56**: 3089-3096.
- MIRANDA, I., GOMINHO, J., LOURENÇO, A., PEREIRA, H., 2007. Heartwood, extractives and pulp yield of three *Eucalyptus globulus* clones grown in two sites. *Appita Journal* **60**(6): 485-500.
- MIRANDA, I., PEREIRA, H., 2002. The variation of chemical composition and pulping yield with age and growth factors in young *Eucalyptus globulus*. *Wood Fiber Sci.* **34**: 140-145.
- PRIDA, A., HEYMANN, H., BALANUTA, A., PUECH, J.L., 2009 Relation between chemical composition of oak wood used in cooperage and sensory perception of model extracts. *J. Sci. Food Agric.* **89**: 765-773.
- PAIVA, J., 2007. O carvalho-português na história e na cultura. In SILVA, J.S. (coord.). Os carvalhais. Um património a conservar. Col. Árvores e Florestas de Portugal, 02. Luso-Americana para o Desenvolvimento/Público/Liga para a Protecção da Natureza, Lisboa. Pp. 55-66.
- PEREIRA, H., 1988. Variability in the chemical composition of plantation eucalypts (*Eucalyptus globulus* Labill.). *Wood Fiber Sci* **20**: 82-90.
- SALAZAR, J.A., PEREZ, J.H., 1998. Determinación de componentes químicos de la madera de cinco especies de encino del estado de Puebla. *Madera y Bosque* **4**(2): 79-93.