CARACTERIZAÇÃO DA POROSIDADE DE CORTIÇA AMADIA COZIDA ATRAVÉS DE ANÁLISE DE IMAGEM

OFÉLIA ANJOS*, PEDRO PINA**, MARIA EMÍLIA ROSA***

* DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA E RECURSOS NATURAIS, ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE CASTELO BRANCO, QUINTA DA SENHORA DE MÉRCULES, 6000 CASTELO BRANCO, PORTUGAL

** CENTRO DE VALORIZAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS, INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO, AVENIDA ROVISCO PAIS, 1096 LISBOA CODEX, PORTUGAL

*** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS, INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO, AVENIDA ROVISCO PAIS, 1096 LISBOA CODEX, PORTUGAL

RESUMO

Neste trabalho aplica-se a análise de imagem ao estudo da qualidade da cortiça, nomeadamente na determinação da sua porosidade. Realizou-se uma caracterização geral da porosidade da cortiça, bem como a caracterização do número de poros, superfície dos poros e alguns factores de forma para a secção radial, transversal e tangencial, distinguindo duas classes de qualidade (classe 1 e classe 4). Para a secção tangencial o estudo dos parâmetros referidos incidiu sobre três planos, junto à costa, intermédio e junto à barriga.

Fez-se seguidamente o estudo da correlação possivel entre as várias características estudadas, tendo-se encontrado como principal componente de variação a grande variabilidade do próprio material em estudo.

P. C.: Porosidade, Cortiça, Análise de imagem, Qualidade

SUMMARY

In this paper image analysis methods are used to study the quality of cork, namely its porosity. This study includes the number, the area and the shape factors for the pores in radial, transversal and tangential sections, distinguising two quality classes (class 1 and class 4). In the tangential sections three subsections were studied.

The correlation study between the several parameters gives as a result the great variability of the material studied.

K.w.: Porosity, Cork, Image analysis, Quality.

INTRODUÇÃO

A cortiça constitui o tecido suberoso, alveolar, composto por células mortas, que evolve o tronco e os ramos do sobreiro (*Quercus suber* L.). Resulta da actividade dum meristema

suberofelodérmico e tem a capacidade de se regenerar após cada extração (Santos, 1991). Para o desenvolvimento do sector corticeiro é de maior importância que os montados de sobro sejam conduzidos de forma a permitirem abastecer a indústria de cortiça, de matérias primas com as características de que ela necessita (Toledo, 1993).

A qualidade da cortiça é determinada tendo em atenção a sua porosidade e alguns defeitos que possam surgir. Estas determinações são efectuadas por pessoal especializado nas fábricas não utilizando qualquer método quantitativo para a determinação dessa qualidade, baseando-se apenas na observação visual (Anjos, 1993). Neste caso, a porosidade não é quantificada e o critério de selecção torna-se muito subjectivo (Graça, *et al.* 1985) com resultados que podem variar de operador para operador e com o mesmo operador.

Os métodos de análise digital de imagem permitem medir, identificar e quantificar a porosidade da cortiça de um grande volume de dados, num tempo que não seria possível igualar por simples métodos de observação visual.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cortiça utilizadas para o trabalho foram recolhidas numa fábrica preparadora de cortiça, na qual foram previamente tratadas e classificadas, segundos os critérios tradicionais. Para este trabalho foram recolhidas algumas pranchas de classe 1 e igual quantidade de cortiça de classe 4 que se destinam aos ensaios de determinação da porosidade e posteriormente para realização de ensaios mecânicos. Foram preparadas 1500 amostras, 750 para a classe 1 e 750 para a classe 4. Para cada classe de qualidade temos 150 amostras para a secção radial, 150 para a secção transversal, e 450 para a secção tangencial (150 para cada um dos planos: junto à barriga, intermédio e junto à costa).

As amostras referentes aos planos transversal e radial foram cortadas com cerca de 2 cm de largura, e com altura correspondente à altura da cortiça. As amostras referentes ao plano tangencial foram cortadas com cerca de 2 x 2 cm^2. Optou-se por estas dimensões para se efectuar o corte das amostras com uma lâmina de aço, a qual era utilizada para fazer apenas um corte, para que não houvesse destruição da superfície da cortiça nem dos poros ou canais lenticulares.

As imagens digitais das amostras foram adquiridas, com o auxílio de uma camara de video a cores (3 CCD), digitalizadas e processadas através de um sistema de análise de imagem (Pericolor - Matra). A ampliação utilizada para a gravação das amostras foi aproximadamente 10 vezes.

Foi implementada uma metodologia de análise de imagem essencialmente baseada na teoria da morfologia matemática para identificar e caracterizar poros em amostras de cortiça. Criou-se um algoritmo para identificar automaticamente os poros e a amostra (o seu contorno). Como a cortiça pode apresentar manchas escuras, as quais podem surgir num como poros, ou aparecerem poros que não eram detectados como tal devido à sua coloração optou-se por, amostra a amostra, verificar estes defeitos a fim de podermos ter uma caracterização da porosidade o mais precisa possível.

Para cada amostra mediu-se a sua superfície global, a superfície de cada poro e alguns factores de forma e geometria. Definiu-se como porosidade a área ocupada pelos poros (secção tangencial) ou canais lenticulares (secção transversal e radial) existentes em cada amostra dividido pela área total da amostra.

RESULTADOS

Com os resultados que vão ser apresentados pretende-se fazer uma caracterização geral do material, bem como as diferenças existentes entre as duas classes de qualidade estudadas e as diferentes secções.

Os valores médios da porosidade encontrados para cada uma das classes estudadas (Tabela 1) revelam não só uma maior porosidade encontrada na classe de qualidade inferior (classe 4), como também uma maior variabilidade de valores nesta mesma classe. Tendo em conta que a classificação da cortiça em classe de qualidade foi rigorosa, estes valores não são de estranhar uma vez que um dos critérios classificativos da cortiça é sua porosidade.

As secções radial e transversal são semelhantes estruturalmente razão pela qual não se verificam diferenças significativas para os valores da porosidade entre estas duas secções. É de notar, contudo, uma menor dispersão dos valores para a secção transversal, quer para a classe 1 quer para a classe 4.

Foi efectuado o teste sheffe a 95% de confiança para as secções radial/transversal e tangencial, separadamente, tendo-se observado diferenças significativas entre as duas classes de qualidade. Torna-se, no entanto, dificil definir, apenas com métodos de análise de imagem, limites de valores de porosidade para cada classe devido à grande dispersão dos valores.

Para a secção tangencial a porosidade é menor no plano junto à barriga e aumenta quando passamos para um plano junto à costa. Os valores muito elevados de porosidade no plano junto à costa para a classe 4 pode ser devida não apenas a um aumento da área ocupada pelos poros mas à diminuição da homogeneidade da costa da cortiça podendo aparecer fendas que penetram na massa da cortiça com maior ou menor profundidade.

As maiores dispersões de valores encontram-se no plano junto à costa, uma vez, que nos aparecem, para este plano, poros de grandes dimensões e um grande número de poros de pequenas dimensões.

Com base na tabela de análise de variância calculou-se a contribuição de cada variável para a explicação da variação encontrada (Tabela 2).

Para as três secções estudadas podemos observar que a variabilidade do material em estudo é o responsável pela maior percentagem de variação, o que torna a cortiça de difícil caracterização. As diferenças entre a secção radial e transversal não contribuem de forma alguma para a variação encontrada, uma vez que são muito semelhantes estruturalmente, e a diferença entre as classes de qualidade contribui apenas com 14%.

Para a secção tangencial podemos observar que a diferença entre as classes não contribui para a explicação da variação encontrada devido à grande diferença encontrada entre os três planos (52.7 % da variação). Os resíduos apresentam, tal como para as secções não tangenciais, uma componente muito elevada explicando 43.3% da variação encontrada.

Para o estudo do número de poros foi utilizado o mesmo critério que na determinação da porosidade, efectuando-se um estudo inicialmente do número de canais lenticulares para as secções radial e transversal e seguidamente do número de poros para a secção tangencial.

Tal como para a porosidade, também, para o número de poros podemos observar valores médios superiores para a classe 4 (Tabela 1), assim o aumento da porosidade deve-se não só a um aumento da área dos poros como, também, a um aumento do número de poros.

Como já foi referido anteriormente a secção radial e a secção transversal são secções semelhantes em termos de estrutura e comportamento, no entanto, quando efectuada a análise de variância entre estas duas secções observamos que existem diferenças significativas para o número de canais lenticulares. A porosidade é uma característica que determina se a cortiça é de boa ou má qualidade sendo por isso determinante na sua classificação. O número de poros, embora seja um parâmetro importante, não é determinante dessa mesma qualidade, uma vez

que podemos ter um número grande de pequenos poros que corresponde a valores de porosidade semelhantes a um número pequeno de grandes poros. Assim, e como não se observou qualquer tipo de correlação entre a porosidade e número de canais lenticulares, não podemos afirmar que pelo facto de ocorrerem diferenças significativas no que se refere ao número de canais lenticulares destas duas secções, elas sejam realmente diferentes.

Para o número de canais lenticulares a diferença entre as classes de qualidade é a menos representativa para a explicação da variação encontrada, contribuindo apenas com 12% (Tabela 2).

Mais uma vez é a variabilidade do próprio material que apresenta a maior componente de variação explicando 73.5% dessa mesma variação.

Para a secção tangencial o valor médio do número de poros não apresenta diferenças significativas entre as classes de qualidade, sendo a diferença entre os três planos significativa. O maior contributo aparece-nos para a variação dos planos de corte que explicam 70.7% da variação, seguida da variabilidade do próprio material que explica 29.3% da variação encontrada.

É de notar que para o estudo da secção tangencial, quer para a porosidade quer para o número de poros o factor que apresenta maior percentagem de variação é a diferença entre os planos, pelo que numa determinação da porosidade para esta secção temos sempre de referir o plano em que foi feita e nestas condições não podemos afirmar que o valor obtido seja representativo.

Pela análise da Tabela 3 podemos observar que a maioria dos canais lenticulares são de dimensões muito pequenas pertencentes à classe]0;0.001] para a classe 1 e]0.001;0.01] para a classe 4. O valor referente à área mínima encontrada é de 0.0000305 cm^2 para ambas as classes e os valores máximos de 0.798 cm^2 para a classe 1 e 2.882 cm^2 para a classe 4.

Os canais lenticulares que aparecem de muito pequena dimensão são devidos aos cortes efectuados na cortiça que apenas apanham pequenas bifurcações desses canais e não a sua totalidade.

Para a secção tangencial os resultados são semelhantes aos encontrados para as secções não tangenciais, com diferença nos valores máximos e mínimos. Assim, como valor mínimo para a área do poro temos 0.0000302 cm^2 e como valores máximos 0.257 cm^2 para a classe 1, e 0.534 cm^2 para a classe 4 (Tabela 3).

Um dos parâmetros determinados foi a irregularidade do contorno do poro.O valor médio encontrado para a irregularidade é muito próximo da unidade variando entre 1,29 e 1.12, o que nos indica que nestas duas secções a irregularidade do contorno não é muito grande, podendo contudo observar um pequeno número de canais lenticulares em que o índice atinge o valor maximo de 2,9.

Pelas análises de variância efectuadas, observámos que a diferença entre as duas secções não é significativa, quer para a classe 1, quer para a classe 4. No entanto a diferença entre estas duas classes é significativa, apresentando a classe 1 um valor médio ligeiramente superior. É de notar que para as duas classes de qualidade se encontram dispersões ligeiramente superiores para a secção radial.

Para os poros em secção tangencial mediu-se um indíce que relaciona o eixo maior do poro com o seu eixo menor, ao qual se denominou de elongação.

Para a classe 1 o comprimento do poro é em termos médios 1,8 x $\pm$ 0.95 superior à sua largura, sendo este valor de 2x $\pm$ 1.1para a classe 4.

A variabilidade dos valores é muito grande denotando uma grande variação na forma do objecto, contudo podemos afirmar que a forma do poro é proxima da eliptica com o eixo maior no sentido radial, uma vez que os valores medidos para a largura do poro foram estatísticamente superiores para a secção radial (classe 1 e classe 4).

Não se encontrou qualquer correlação aceitável entre estes parâmetros e os valores da porosidade ou da área do poro.

CONCLUSÕES

1) A porosidade na cortiça apresenta intervalos de variação muito largos, denotando uma grande variabilidade do próprio material. Uma amostra de cortiça de boa qualidade pode apresentar valores de porosidade semelhantes aos encontrados para uma cortiça de qualidade inferior. A situação inversa verifica-se, também, de facto, uma amostra de cortiça de qualidade inferior pode apresentar porosidade semelhante à de outra amostra de qualidade superior.

2) As secções radial e transversal são, contudo, semelhantes para a porosidade apresentando um valor nulo para a componente de variação, tal como outros autores já referiram (Pereira *et al.*, 1987; Rosa *et al.*, 1991).

3) Para a secção tangencial foram analisados três planos separadamente, tendo-se encontrado diferenças significativas entre eles, pelo que se reveste de extrema importância definir qual o plano em que deve ser feita essa determinação. A diferença entre os planos é responsável por 53 % da variação da porosidade encontrada.

4) O número de canais lenticulares e número de poros encontrados para as duas classes apresentam, também, grande dispersão de valores. As porosidades mais elevadas correspondem, não só, a um aumento das dimensões dos poros, como também, a um aumento do número de poros.

5) O contorno do canal lenticular apresenta um intervalo de valores de irregularidade muito grande apresentando um valor médio proximo da unidade. Para a secção tangencial o valor da irregularidade do contorno do poro é pequena, sendo significativamente inferior para a classe 1 em que a variação deste parâmetro é, também, menor. Não se encontrou qualquer correlação linear aceitável relacionado este parâmetro com qualquer dos outros estudados.

6) Os poros, na sua maioria, apresentam formas próximas das elípticas com maior excentricidade para a classe 4 e eixo maior na secção radial, podendo em alguns casos serem quase cilindricas ou sob a forma de bastonetes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS O.M.S. (1993). *Contribuição para o estudo da qualidade da cortiça o problema da porosidade*. Dissertação apresentada para obter o grau de mestre em Ciência e Tecnologia do Papel e Produtos Florestais. Universidade da Beira Interior.

GRAÇA J.L., BARROS and PEREIRA H.. (1985). Importância da produção de cortiça de qualidade para a indústria transformadora. *Cortiça* 556. 597-607.

PEREIRA H, ROSA M.E. and FORTES M.A.. (1987). *The cellular structure of cork from Quercus Suber* L. IAWA Bull.n.s. 8.213-218

ROSA, M. E., PEREIRA H. and FORTES M.A.. (1991). Effects of hot water treatments on the structure and properties of cork. *Wood and Fiber.Sci.* 22. 149-164.

SANTOS, J. B. (1991). Sobreiro - Descortiçamento -a idade da cortiça. *Floresta e Ambiente.* n.13, 22.

TOLEDO, A. A. (1993). El Corcho como Producto impermeabilizante. *Congresso Florestal Espanol. Ponencias y comunicaciones*. Tomo IV.

	Secção	Classe 1	Classe 4	Teste de Scheffe (95%)
Porosidade	**Radial**	7.103 ± 5.190	10.391 ± 7.785	X
	Transversal	6.257 ± 3.076	9.281 ± 4.415	X
	Tangencial - B	3.870 ± 1.522	3.764 ± 1.498	X
	Tangencial - I	5.880 ± 2.990	8.005 ± 2.865	X
	Tangencial - C	9.731 ± 3.488	11.650 ± 4.790	X
N.º de canais lenticulares	**Radial**	10 ± 4	16 ± 7	X
	Transversal	15 ± 5	19 ± 10	X
N.º de poros	**Tangencial - B**	32 ± 9	34 ± 11	X
	Tangencial - I	35 ± 7	39 ± 10	X
	Tangencial - C	55 ± 13	76 ± 18	X

B-barriga; I-intermédio; C-costa.

Tabela 1 - Distribuição da porosidade e número de poros nas secções transversal, radial e tangencial de cortiça amadia cozida.

	Secção Radial e Transversal			Secção Tangencial		
	Origem da variação	Componente de variação	Percentagem de variação	Origem da variação	Componente de variação	Percentagem de variação
Porosidade	Classe	4.812	14.07	Classe	0	0
	Secção	0.000	0	Secção	15.325	51.56
	Resíduo	29.401	85.93	Resíduo	16.658	48.44
Número de poros	Classe	7.686	11.86	Classe	0	0
	Secção	9.477	14.62	Secção	344.528	70.67
	Resíduo	47.664	73.52	Resíduo	143.014	29.33

Tabela 2 - Percentagem de Variação para a porosidade e número de poros para a secção radial, transversal e tangencial.

Classe de área (cm^2)	Classe 1					Classe 4				
	S.R	S.T	S.T.B	S.T.I	S.T.C.	S.R	S.T	S.T.B	S.T.I	S.T.C.
]0;0.001]	46.4	51.4	53	51.5	49.4	26	33.1	36.8	31.9	35.2
]0.001;0.01]	21.3	24.9	32.6	34.4	31.9	49.9	40.7	53	54	53.8
]0.01;0.1]	23.6	23.6	14.4	13.8	18.4	17.9	20.9	11.2	13.8	10.1
]0.1;1]	8.7	8.7	0	0.3	0.3	5.9	5.3	0	0.3	1.6
> 1	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0

S.R. - Secção radial; S.T - Secção tangencial; S.T.B - Secção tangencial junto à barriga; S.T.I - Secção tangencial intermédia; S.T.C - Secção tangencial junto à costa.

Tabela 3 - Distribuição (em percentagem) dos canais lenticulares e canais lenticulares por classes de tamanhos para a secção radial e transversal.