

# PROCESSO PARA A DIMINUIÇÃO DA MASSA VOLÚMICA EM PRODUTOS DE CORTIÇA NATURAL

LUIS GIL, PAULO CORTIÇO SILVA

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P., Unidade de Tecnologia da Cortiça,  
Estrada do Paço do Lumiar, Edf. K2, 1649-038 Lisboa, Portugal.  
luis.gil@ineti.pt

**RESUMO:** Este trabalho refere-se a um processo para a diminuição da massa volúmica de cortiça natural, através de um tratamento em que é provocada uma expansão do material que o constitui, de modo a poder utilizar-se material de partida com maior massa volúmica, alargando as possibilidades de utilização de matéria prima e obtendo-se peças com o peso especificado. O processo baseia-se na sujeição do material à acção de microondas com uma determinada intensidade e durante um período de tempo necessário à expansão do material sem alteração da sua estrutura.

**Palavras chave:** Cortiça; Massa volúmica; Microondas.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das utilizações deste processo será na fabricação de volantes de badminton em que é exigido haver determinadas características dimensionais e de massa que não podem ser alteradas. Nomeadamente, o componente base em cortiça não pode ultrapassar uma determinada massa.

Actualmente, alguns dos volantes de badminton, nomeadamente os de maior valor e para competição, são produzidos com uma base em cortiça com uma parte cilíndrica e uma das extremidades semi-esférica, onde são colocadas penas, nomeadamente de aves.

Este elemento em cortiça é correntemente produzido num processo em que a cortiça em prancha seleccionada é cozida e depois de estabilizada, é removida a “barriga” e as “costas” ficando uma lamela com uma determinada espessura que é vazada, formando-se peças cilíndricas com um diâmetro ligeiramente superior ao do componente base em cortiça dos volantes de badminton e uma altura de alguns milímetros (igual à espessura da lamela). Esta peça cilíndrica intermédia designa-se na gíria industrial por “tapadeira”. As tapadeiras são então coladas topo a topo formando-se um cilindro com uma altura ligeiramente superior à altura da peça final, que é então desgastado num dos topos em equipamento adequado para lhe ser conferida a forma semi-esférica.

Por vezes acontece que a cortiça que dá origem a estas peças tem uma massa volúmica superior à desejada para que a peça final tenha o peso recomendado. Se as peças tiverem um peso para lá deste valor as mesmas são rejeitadas, com perdas económicas inerentes e geração de desperdícios.

A operação de cozedura tradicional da cortiça em prancha em água fervente provoca alguma expansão da cortiça mas

dadas as suas características de impermeabilidade e isolamento térmico, a acção da água quente dá-se sobretudo nas camadas mais exteriores, não sendo uniforme em toda a sua massa.

Existe assim uma necessidade, de um processo que proceda à expansão da cortiça, de modo uniforme, que seja rápido, que possa ser aplicado em qualquer fase dos produtos intermédios ou semi-acabados e que não implique custos muito elevados nem grandes alterações aos processos de fabrico correntes.

É precisamente estas lacunas que o processo do presente trabalho vem preencher. Deste modo, o novo processo baseia-se da alteração da massa volúmica da cortiça com base na acção de microondas.

São conhecidas patentes que referem a aplicação de microondas à cortiça, mas tendo como objectivo a, medição da humidade, a sua secagem e a remoção de compostos voláteis prejudiciais para as bebidas a vedar e ainda para eliminar parasitas, insectos e fungos, mas não há qualquer referência à alteração da massa volúmica da cortiça.

## 2. PROCESSO EXPERIMENTAL

Verificou-se que quando aplicada energia sob a forma de microondas à cortiça, sob determinadas condições, era possível expandi-la e mantê-la expandida de forma estável apenas com alteração da sua massa volúmica. Este processo permite assim a utilização de cortiças mais densas para a produção destes artigos.

O processo baseia-se na submissão do material a microondas durante um período de tempo necessário à expansão do material sem alteração da sua estrutura. O tempo não pode ser suficientemente baixo, não provocando

a expansão da cortiça, nem muito elevado, promovendo a queima da cortiça e sua degradação. Para além disso este tempo é função da quantidade de cortiça tratada e da potência do sistema de geração de microondas. A cortiça, após tratamento, deve ser novamente estabilizada até se atingir equilíbrio higroscópico antes de utilização. Para determinação dos períodos de acção das microondas sobre a cortiça adequados, foram efectuadas experiências prévias com um equipamento com uma potência de 800 W, utilizando como amostras rolas de cortiça natural. Os resultados são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1. Determinação dos períodos de acção das microondas.**

Tempo		Observações
30 seg.		Deformação leve
60 seg.		Deformação leve
90 seg.		Topos deformados e queimados
120 seg.		Deformação devido a explosão do seu interior
180 seg.		Deformação devido a explosão do seu interior

Para massas de cortiça até cerca de 10 g e uma potência do gerador de 800 w, os tempos adequados variam, de um modo preferencial, de 20 a 80 segundos, mais preferencialmente de 30 a 60 segundos. Seguidamente foram efectuados ensaios com diferentes peças de cortiça, e diferentes tempos (30, 45 e 60 seg), com paragem e medição antes e após o tratamento e posterior cálculo da massa volúmica e sua variação.

Os resultados são apresentados nas Tabelas seguintes.

**Exemplo 1: Discos de cortiça natural (3 classes de qualidade diferentes).**

1.1 CLASSE 1

**Tabela 2a. Dimensões iniciais.**

Nº	Tempo (seg)	D1 (mm)	D2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
1	30	25,95	25,94	6,28	6,34
2	30	26,40	26,09	6,21	6,36
3	30	26,44	26,37	6,25	6,25
4	45	26,30	26,18	6,39	6,33
5	45	25,60	26,10	6,04	6,06
6	45	26,22	26,36	6,20	6,23
7	60	26,26	26,30	6,31	6,24
8	60	26,43	26,60	6,23	6,27
9	60	26,36	26,08	6,21	6,21

**Tabela 2b. Dimensões após exposição.**

Nº	Tempo (seg)	Df1 (mm)	Df2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
1	30	26,20	26,17	6,41	6,34
2	30	26,86	26,38	6,62	6,62
3	30	26,76	26,57	6,38	6,33
4	45	26,52	26,39	6,36	6,35
5	45	26,09	26,58	6,36	6,21
6	45	26,35	26,37	6,25	6,22
7	60	26,31	26,32	6,43	6,37
8	60	26,50	26,83	6,34	6,35
9	60	26,45	26,31	6,29	6,27

**Tabela 2c. Variações de dimensões.**

Nº	Tempo (seg)	Dv1 (mm)	Dv2 (mm)	Hv1 (mm)	Hv2 (mm)	Dv Média (mm)	Hv Média (mm)
1	30	0,25	0,23	0,13	0,00	0,22	0,12
2	30	0,46	0,29	0,41	0,26		
3	30	0,32	0,20	0,13	0,08		
4	45	0,22	0,21	-0,03	0,02		
5	45	0,49	0,48	0,32	0,15		
6	45	0,13	0,01	0,05	-0,01		
7	60	0,05	0,02	0,12	0,13		
8	60	0,07	0,23	0,11	0,08		
9	60	0,09	0,23	0,08	0,06		

**Tabela 2d. Massa Volúmica.**

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (%)
1	0,57	170,86	166,03	4,83	2,83
2	0,68	200,00	184,56	15,43	7,72
3	0,71	207,45	200,06	7,39	3,56
4	0,80	232,60	229,02	3,59	1,54
5	0,69	217,31	201,55	15,76	7,25
6	0,60	177,84	176,33	1,51	0,85
7	0,57	167,46	163,76	3,71	2,21
8	0,63	182,55	177,80	4,75	2,60
9	0,62	184,90	180,63	4,27	2,31

## 1.2 - CLASSE 2

Tabela 3a. Dimensões iniciais.

Nº	Tempo (seg)	D1 (mm)	D2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
10	30	26,25	26,29	6,25	6,22
11	30	26,37	26,17	6,27	6,27
12	30	25,93	26,06	6,32	6,29
13	45	26,21	26,09	6,28	6,32
14	45	26,49	26,42	6,26	6,27
15	45	25,91	25,94	6,21	6,17
16	60	26,31	26,34	6,28	6,27
17	60	26,18	26,28	6,36	6,17
18	60	26,02	26,07	6,28	6,23

## 1.3 - CLASSE 3

Tabela 4a – Dimensões iniciais.

Nº	Tempo (seg)	D1 (mm)	D2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
19	30	26,21	26,09	6,33	6,31
20	30	26,24	25,64	6,37	6,27
21	30	26,30	26,00	6,26	6,25
22	45	26,20	26,17	6,39	6,31
23	45	25,98	26,02	6,53	6,39
24	45	26,23	26,05	6,37	6,26
25	60	26,22	26,18	6,27	6,32
26	60	26,07	26,06	6,30	6,21
27	60	25,9	25,98	6,39	6,22

Tabela 3b. Dimensões após exposição.

Nº	Tempo (seg)	Df1 (mm)	Df2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
10	30	26,38	26,37	6,37	6,40
11	30	26,57	26,57	6,37	6,35
12	30	26,09	26,19	6,33	6,30
13	45	26,21	26,19	6,29	6,28
14	45	26,83	26,53	6,31	6,29
15	45	26,08	26,3	6,21	6,25
16	60	26,44	26,59	6,32	6,28
17	60	26,33	26,47	6,28	6,30
18	60	26,22	26,25	6,32	6,34

Tabela 4b. Dimensões após exposição.

Nº	Tempo (seg)	Df1 (mm)	Df2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
19	30	26,42	26,26	6,36	6,34
20	30	26,5	26,04	6,59	6,58
21	30	26,55	26,37	6,34	6,34
22	45	26,33	26,17	6,44	6,33
23	45	26,04	26,29	6,34	6,33
24	45	26,38	26,21	6,30	6,31
25	60	26,4	26,33	6,29	6,31
26	60	26,32	26,23	6,29	6,32
27	60	26,03	25,98	6,36	6,34

Tabela 3c. Variações de dimensões.

Nº	Tempo (seg)	Dv1 (mm)	Dv2 (mm)	Hv1 (mm)	Hv2 (mm)	Dv Média (mm)	Hv Média (mm)
10	30	0,13	0,08	0,12	0,18	0,18	0,05
11	30	0,20	0,40	0,10	0,08		
12	30	0,16	0,13	0,01	0,01		
13	45	0,00	0,10	0,01	-0,04		
14	45	0,34	0,11	0,05	0,02		
15	45	0,17	0,36	0,00	0,08		
16	60	0,13	0,25	0,04	0,01		
17	60	0,15	0,19	-0,08	0,13		
18	60	0,20	0,18	0,04	0,11		

Tabela 4c. Variações de dimensões.

Nº	Tempo (seg)	Dv1 (mm)	Dv2 (mm)	Hv1 (mm)	Hv2 (mm)	Dv Média (mm)	Hv Média (mm)
19	30	0,21	0,17	0,03	0,03	0,18	0,04
20	30	0,26	0,40	0,22	0,31		
21	30	0,25	0,37	0,08	0,09		
22	45	0,13	0,00	0,05	0,02		
23	45	0,06	0,27	-0,19	-0,06		
24	45	0,15	0,16	-0,07	0,05		
25	60	0,18	0,15	0,02	-0,01		
26	60	0,25	0,17	-0,01	0,11		
27	60	0,13	0,00	-0,03	0,12		

Tabela 3d. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m3)	M. Volúmica Final (kg/m3)	Variação Massa Volúmica (kg/m3)	Variação Massa Volúmica (%)
10	0,62	183,46	177,73	5,73	3,13
11	0,66	194,21	187,16	7,05	3,63
12	0,69	206,20	203,60	2,60	1,26
13	0,63	186,19	185,93	0,27	0,14
14	0,74	214,88	210,10	4,78	2,23
15	0,67	205,05	199,63	5,42	2,64
16	0,65	190,31	186,85	3,46	1,82
17	0,56	165,42	162,64	2,77	1,68
18	0,73	219,06	213,34	5,72	2,61

Tabela 4d. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m3)	M. Volúmica Final (kg/m3)	Variação Massa Volúmica (kg/m3)	Variação Massa Volúmica (%)
19	0,65	191,50	187,85	3,64	1,90
20	0,79	236,53	221,34	15,19	6,42
21	0,89	264,93	255,29	9,64	3,64
22	0,63	184,23	182,32	1,92	1,04
23	0,65	189,52	190,83	-1,31	-0,69
24	0,61	179,99	178,16	1,83	1,02
25	0,61	179,74	177,36	2,38	1,33
26	0,71	212,73	207,68	5,05	2,37
27	0,61	183,07	180,86	2,20	1,20

## Exemplo 2: Cilindros (Tapadeiras).

Tabela 5a. Dimensões iniciais.

Nº	Tempo (seg)	D1 (mm)	D2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
28	30	27,65	27,7	17,98	17,89
29	30	27,64	27,62	18,03	17,93
30	30	27,6	28,03	18,01	18,02
31	45	27,65	27,86	18,08	18,04
32	45	27,53	27,34	17,90	18,04
33	45	27,74	27,92	17,99	17,93
34	60	27,84	27,59	17,92	17,88
35	60	27,59	27,75	18,00	18,04
36	60	27,57	27,59	18,08	18,00

Tabela 5b. Dimensões após exposição.

Nº	Tempo (seg)	Df1 (mm)	Df2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
28	30	27,86	28,07	18,42	18,5
29	30	28,07	28,01	18,22	18,07
30	30	27,99	28,01	18,04	18,16
31	45	28,28	28,95	19,04	18,71
32	45	28,16	28,04	18,07	18,25
33	45	28,74	28,76	18,55	18,62
34	60	28,24	28,23	18,11	18,18
35	60	28,66	28,71	19,15	18,99
36	60	28,03	28,23	18,27	18,22

Tabela 5c. Variações de dimensões.

Nº	Tempo (seg)	Dv1 (mm)	Dv2 (mm)	Hv1 (mm)	Hv2 (mm)	Dv Média (mm)	Hv Média (mm)
28	30	0,21	0,37	0,44	0,61	0,60	0,43
29	30	0,43	0,39	0,19	0,14		
30	30	0,39	-0,02	0,03	0,14		
31	45	0,63	1,09	0,96	0,67		
32	45	0,63	0,70	0,17	0,21		
33	45	1,00	0,84	0,56	0,69		
34	60	0,40	0,64	0,19	0,30		
35	60	1,07	0,96	1,15	0,95		
36	60	0,46	0,64	0,19	0,22		

Tabela 5d. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (%)
28	2,09	193,72	184,33	9,39	4,85
29	1,97	182,74	175,82	6,92	3,79
30	1,67	152,56	149,84	2,72	1,78
31	2,18	199,51	179,59	19,92	9,98
32	1,94	182,62	172,26	10,36	5,67
33	1,68	153,78	139,25	14,53	9,45
34	1,80	166,69	158,43	8,25	4,95
35	2,29	211,34	185,82	25,52	12,07
36	1,83	169,80	161,39	8,41	4,95

D – diâmetro inicial

Df – diâmetro final

Dv – variação de diâmetro

H – espessura inicial

Hf – espessura final

Hv – variação de espessura

## Exemplo 3: “Cubos” (amostras de 5 pranchas diferentes de cortiça).

## 3.1 - PRANCHA 1

Tabela 6a. Dimensões iniciais.

Nº	Temp (seg)	C1 (mm)	C2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
1,1	30	22,34	22,46	21,34	21,40	20,55	20,54
1,2	30	18,68	18,80	19,02	19,13	20,10	20,20
1,3	30	19,03	19,06	18,49	18,46	20,23	20,52
1,4	45	20,91	20,67	22,17	22,33	20,32	20,35
1,5	45	20,82	20,75	21,09	21,25	20,43	20,44
1,6	45	20,84	20,75	19,94	19,88	20,39	20,41
1,7	60	23,17	22,68	28,43	28,77	20,17	20,34
1,8	60	19,08	19,22	19,23	19,73	19,98	20,21
1,9	60	25,60	25,67	22,07	21,85	19,69	19,23

Tabela 6b. Dimensões após exposição.

Nº	T (s)	Cf1 (mm)	Cf2 (mm)	Lf1 (mm)	Lf2 (mm)	H11 (mm)	H22 (mm)
1,1	30	22,44	22,58	21,44	21,45	20,81	20,89
1,2	30	18,61	18,73	19,05	19,10	20,39	20,39
1,3	30	19,03	19,02	18,37	18,57	20,30	20,82
1,4	45	21,37	21,16	22,59	22,74	20,87	20,66
1,5	45	21,19	21,26	21,50	21,59	21,11	21,25
1,6	45	21,30	21,02	20,38	20,45	20,81	20,82
1,7	60	23,41	22,89	29,81	29,90	21,19	22,13
1,8	60	19,37	19,65	19,72	20,11	20,22	20,47
1,9	60	26,15	26,22	22,36	22,06	20,12	19,92

Variação média de comprimento (Cv) – 0,27

Variação média de largura (Lv) – 0,37

Variação média de espessura (Hv) – 0,50

Tabela 6c. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (%)
1,1	1,60	162,69	158,97	3,72	2,29
1,2	1,25	173,54	172,14	1,40	0,81
1,3	1,21	168,78	167,48	1,30	0,77
1,4	1,57	166,91	156,87	10,03	6,01
1,5	1,54	171,27	159,00	12,27	7,16
1,6	1,41	166,94	156,81	10,13	6,07
1,7	2,12	159,64	141,62	18,02	11,29
1,8	1,30	173,42	164,46	8,96	5,17
1,9	1,77	161,57	152,02	9,55	5,91

## 3.2 - PRANCHA 2

Tabela 7a. Dimensões iniciais.

Nº	Temp (seg)	C1 (mm)	C2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
2,1	30	29,71	29,80	21,70	21,73	20,36	20,32
2,2	30	23,93	23,92	26,31	26,14	19,98	19,96
2,3	30	23,82	23,91	22,22	22,17	20,22	20,24
2,4	45	27,56	27,68	26,58	26,16	19,95	19,96
2,5	45	21,09	21,04	24,03	23,94	20,19	20,73
2,6	45	21,64	21,84	24,95	25,40	20,08	19,78
2,7	60	24,18	24,15	21,62	21,88	19,86	19,91
2,8	60	27,38	27,12	18,19	18,08	20,02	20,15
2,9	60	27,08	26,99	19,45	19,26	20,07	20,03

Tabela 7b. Dimensões após exposição.

Nº	Temp (seg)	Cf1 (mm)	Cf2 (mm)	Lf1 (mm)	Lf2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
2,1	30	29,71	29,73	21,6	21,65	20,41	20,30
2,2	30	24,09	23,99	26,43	26,17	19,98	20,02
2,3	30	23,85	23,83	22,12	22,06	20,24	20,18
2,4	45	27,74	27,86	26,99	26,42	20,26	20,09
2,5	45	21,21	21,16	24,45	24,32	20,44	21,21
2,6	45	21,87	22,03	25,14	25,58	20,41	20,11
2,7	60	24,55	24,55	22,08	21,97	20,29	20,26
2,8	60	27,70	27,41	18,27	18,33	20,4	20,57
2,9	60	27,40	27,69	19,67	19,48	20,62	20,45

Varição média de comprimento (Cv) – 0,20

Varição média de largura (Lv) – 0,16

Varição média de espessura (Hv) – 0,25

Tabela 7c. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Varição Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Varição Massa Volúmica (%)
2,1	2,00	152,18	152,88	-0,70	-0,46
2,2	1,96	156,43	155,00	1,43	0,91
2,3	1,62	151,18	152,21	-1,03	-0,68
2,4	2,27	156,19	151,56	4,63	2,96
2,5	1,55	149,94	144,08	5,87	3,91
2,6	1,66	152,18	147,19	4,99	3,28
2,7	1,52	145,44	138,65	6,79	4,67
2,8	1,48	149,11	143,28	5,83	3,91
2,9	1,57	149,65	141,79	7,85	5,25

## 3.3 - PRANCHA 3

Tabela 8a. Dimensões iniciais.

Nº	Temp (seg)	C1 (mm)	C2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
3,1	30	25,13	25,18	22,38	22,36	20,78	20,59
3,2	30	22,65	22,69	21,51	21,49	20,42	20,35
3,3	30	28,50	28,67	22,06	22,30	20,86	20,65
3,4	45	24,20	24,21	21,46	21,44	19,83	19,69
3,5	45	30,60	30,52	24,69	24,62	19,24	20,33
3,6	45	31,72	31,85	21,49	21,46	19,64	19,71
3,7	60	30,50	30,57	27,94	27,67	19,88	20,33
3,8	60	24,63	24,70	22,14	22,22	20,71	20,74
3,9	60	30,86	30,87	25,89	25,79	20,62	20,41

Tabela 8b. Dimensões após exposição.

Nº	Temp (seg)	Cf1 (mm)	Cf2 (mm)	Lf1 (mm)	Lf2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
3,1	30	25,10	25,00	22,33	22,52	20,91	20,79
3,2	30	22,63	22,84	21,65	21,58	20,34	20,27
3,3	30	28,63	28,71	22,15	22,35	20,82	20,36
3,4	45	24,48	24,47	21,82	21,80	19,94	19,84
3,5	45	31,28	31,26	25,24	25,05	19,51	20,32
3,6	45	31,96	32,17	21,76	21,72	19,93	19,90
3,7	60	31,52	31,48	28,60	28,73	20,46	20,80
3,8	60	25,17	25,25	22,58	22,66	21,16	21,11
3,9	60	31,40	31,15	26,39	26,22	20,68	20,85

Varição média de comprimento (Cv) – 0,36

Varição média de largura (Lv) – 0,35

Varição média de espessura (Hv) – 0,18

Tabela 8c. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Varição Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Varição Massa Volúmica (%)
3,1	1,76	151,21	150,27	0,94	0,62
3,2	1,49	149,96	149,33	0,64	0,43
3,3	2,40	182,38	182,72	-0,34	-0,19
3,4	1,58	154,01	148,81	5,19	3,37
3,5	2,74	183,80	174,98	8,82	4,80
3,6	2,24	166,79	161,35	5,44	3,26
3,7	2,77	162,28	148,70	13,57	8,36
3,8	1,99	175,52	165,11	10,40	5,93
3,9	3,23	197,41	189,08	8,34	4,22

## 3.4 - PRANCHA 4

Tabela 9a. Dimensões iniciais.

Nº	Temp (seg)	C1 (mm)	C2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
4,1	30	27,45	27,57	25,67	25,52	19,76	19,76
4,2	30	28,64	28,64	26,31	26,38	19,63	19,84
4,3	30	32,20	32,22	22,12	22,37	20,19	20,05
4,4	45	26,22	26,28	24,60	25,26	19,81	19,80
4,5	45	25,83	25,90	22,13	22,08	19,84	19,90
4,6	45	27,75	27,64	21,97	21,81	19,54	19,81
4,7	60	30,63	30,56	27,64	27,62	20,00	19,96
4,8	60	19,86	20,16	22,21	22,25	19,69	19,87
4,9	60	26,75	26,82	24,61	24,54	19,81	19,68

Tabela 9b. Dimensões após exposição.

Nº	Temp (seg)	Cf1 (mm)	Cf2 (mm)	Lf1 (mm)	Lf2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
4,1	30	27,76	27,74	25,98	25,92	19,98	19,88
4,2	30	28,73	28,86	26,61	26,56	19,89	20,15
4,3	30	32,65	32,49	22,27	22,46	20,40	20,21
4,4	45	26,80	26,97	25,91	26,08	21,08	20,87
4,5	45	26,40	26,08	22,42	22,53	21,08	21,72
4,6	45	28,57	28,26	22,68	22,80	20,44	20,42
4,7	60	31,58	31,24	28,83	29,17	22,07	21,96
4,8	60	20,62	21,25	22,92	23,06	21,00	20,50
4,9	60	27,89	27,99	26,08	25,80	21,01	21,36

Variação média de comprimento (Cv) – 0,60

Variação média de largura (Lv) – 0,72

Variação média de espessura (Hv) – 0,95

Tabela 9c. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (%)
4,1	2,45	176,09	170,71	5,38	3,06
4,2	2,47	165,88	161,17	4,71	2,84
4,3	2,37	164,40	160,24	4,16	2,53
4,4	2,16	166,66	147,35	19,31	11,59
4,5	1,91	168,13	151,34	16,78	9,98
4,6	2,10	176,06	159,08	16,98	9,64
4,7	2,81	166,37	140,13	26,24	15,77
4,8	1,49	169,35	149,20	20,15	11,90
4,9	2,12	163,11	138,07	25,04	15,35

## 3.5 - PRANCHA 5

Tabela 10a. Dimensões iniciais.

Nº	Temp (seg)	C1 (mm)	C2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
5,1	30	29,36	29,33	22,41	22,44	19,62	19,68
5,2	30	31,76	30,61	29,43	29,39	20,10	20,04
5,3	30	28,91	29,07	25,40	25,42	20,32	20,57
5,4	60	34,03	34,36	24,61	24,75	19,92	20,00
5,5	45	24,85	24,91	21,15	21,44	19,64	19,77
5,6	45	25,68	25,61	23,79	23,68	20,12	19,87
5,7	45	28,16	28,08	23,81	23,75	19,56	19,62
5,8	60	24,36	24,56	23,69	23,71	20,04	19,72
5,9	60	24,71	24,78	22,33	22,30	20,14	20,02

Tabela 10b. Dimensões após exposição.

Nº	Temp (seg)	Cf1 (mm)	Cf2 (mm)	Lf1 (mm)	Lf2 (mm)	Hf1 (mm)	Hf2 (mm)
5,1	30	29,39	29,32	22,45	22,45	19,5	19,78
5,2	30	32,41	31,06	29,8	29,61	20,42	19,92
5,3	30	29,83	29,12	25,62	25,36	20,61	20,63
5,4	60	35,43	35,41	25,43	25,51	20,12	20,30
5,5	45	25,25	25,41	21,62	21,98	20,02	19,99
5,6	45	26,10	26,14	24,25	24,22	20,88	20,49
5,7	45	29,20	29,20	24,24	24,22	20,10	19,92
5,8	60	25,47	25,29	24,75	24,52	20,40	19,91
5,9	60	25,59	25,41	22,93	22,82	20,69	20,76

Variação média de comprimento (Cv) – 0,66

Variação média de largura (Lv) – 0,46

Variação média de espessura (Hv) – 0,32

Tabela 10c. Massa Volúmica.

Nº	Massa (g)	M. Volúmica Inicial (kg/m <sup>3</sup> )	M. Volúmica Final (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Variação Massa Volúmica (%)
5,1	2,28	176,32	176,15	0,17	0,09
5,2	3,08	167,33	161,99	5,34	3,19
5,3	2,84	188,57	183,32	5,25	2,79
5,4	2,84	168,60	155,77	12,83	7,61
5,5	1,85	177,20	167,47	9,73	5,49
5,6	2,12	174,19	161,91	12,28	7,05
5,7	2,30	175,58	162,46	13,12	7,47
5,8	1,99	172,68	157,92	14,76	8,55
5,9	1,90	171,36	157,17	14,19	8,28

C – comprimento inicial

L – largura inicial

H – espessura inicial

Cf – comprimento final

Lf – Largura final

Hf – espessura final

### 3. CONCLUSÕES

Com base nos resultados é possível verificar que embora dada a grande heterogeneidade de peças de cortiça testadas, quer no seu formato, quer a nível da massa volúmica inicial, foi possível obter sempre (excepto em dois casos pontuais, provavelmente por dificuldade de medição rigorosa no caso específico) uma diminuição da massa volúmica da cortiça, para qualquer dos tempos utilizados, com valores que chegaram até próximo de 16%, parecendo notar-se uma tendência para valores maiores para tempos maiores. O presente trabalho deu origem a um pedido de Patente de Invenção Nacional com o nº PT 103887

### BIBLIOGRAFIA

- [1] WO 9937334 “Treatment method for cork material and corks”.
- [2] FR 2645962 “Device for measuring, using microwaves, the degree of moisture in cork stoppers or others dielectric products”.
- [3] WO 2006021231 “Method and device for the treatment of cork oaks and cork”.
- [4] DE 102004019523 “Microwave oven for continuous drying and sterilization of cork or other panels provides for individual and collective microwave antenna adjustments”.