

Descrição dos caracteres tecnológicos da madeira de *Cupressus glauca* Lam.*Cupressus glauca* Lam. wood characteristics

Esmeralda Yoshico Arakaki Okino, José Arlete Alves Camargos,
Marcos Antonio Eduardo Santana, Márcia Helena Bezerra Marques,
Varlone Alves Martins, Maria Eliete de Sousa e Divino Eterno Teixeira

Resumo

A madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.) é versátil, sendo caracterizada pela beleza natural, grã direita, coloração marrom pálida ou branca, textura média e brilho moderado. As propriedades físicas e mecânicas foram determinadas de acordo com a norma ASTM D 143-94. A madeira é leve, com densidade básica média de 0,41 g/cm³. O ensaio acelerado de laboratório foi baseado na norma ASTM D 2017-81, apresentando amplo espectro de durabilidade natural variando, em média, de “resistente” a “moderadamente resistente” quando exposta aos fungos de podridão-branca *Ganoderma applanatum* e *Trametes versicolor*. Quanto aos fungos de podridão-parda *Gloeophyllum trabeum* e *Lentinus lepideus* a madeira foi classificada como “não resistente” e “moderadamente resistente”, respectivamente, sendo verificada a preferência dos fungos de podridão-parda. O teor de extrativo foi baixo enquanto que o de lignina foi elevado, corroborando com os dados de outras coníferas. Na secagem convencional, a madeira de cipreste apresentou pequena tendência ao encurvamento e moderada tendência à rachadura nos nós. No geral, as propriedades mecânicas foram boas e, como citada na literatura, a madeira de cipreste pode ser usada na construção leve, embarcações, marcenaria, móveis e painéis. Pelas características tecnológicas apresentadas, a madeira de cipreste, isenta de qualquer trato silvicultural, mostrou ser bastante promissora para a implantação de florestas homogêneas.

Palavras-chave: Cipreste, Propriedades da madeira, Densidade, Contração, Secagem, Durabilidade natural

Abstract

Cupressus glauca Lam. is a versatile wood characterized by its natural beauty, straight grain, brown-pale color, medium texture, and moderate luster. Physical and mechanical properties were determined according to ASTM D 143-94. It has low specific gravity, low shrinkage and excellent dimensional stability. Lignin content of cypress wood is relatively high, and extractive content is low, but in general it is similar to other softwoods. Under conventional drying, the cypress wood has shown a very good performance as far as defects are concerned with no collapse and low tendency to warping, and moderate internal checking. The natural durability of cypress wood when exposed to four decay fungi was classed differently according to ASTM D 2017-81 (1994). The limits of degradation were set for *Gloeophyllum trabeum* and *Ganoderma applanatum* as “non-resistant” and “resistant”, respectively, and between these limits the fungi *Trametes versicolor* and *Lentinus lepideus* were classed as “moderately resistant”. Its light color and easy workability clearly indicates that this wood can be considered as very promising as a commercial new wood species for tree breeders and users.

Keywords: Cypress, Wood properties, Density, Shrinkage, Drying, Natural durability

INTRODUÇÃO

Os ciprestes são coníferas de porte arbóreo ocasionalmente arbustivos distribuídos largamente no globo, principalmente em regiões temperadas a quentes na América do Norte, China, Japão e Europa (FOELKEL e ZVINAKEVICIUS, 1978).

São restritos os trabalhos descritos na literatura sobre as espécies *Cupressus* spp. A prová-

vel origem de *Cupressus lusitanica* Mill., seja na América Central ou no México, supõe-se que tenha sido da hibridação de *C. benthamii* e de *C. lindleyi* do México e da Guatemala. No Brasil existem bons plantios em Caieras, SP, Nova Friburgo, RJ, Camanducaia, Barbacena, Viçosa, Burnier, Jeceaba, Ouro Preto, MG, a altitudes variáveis entre 900 a 1.400 m. O incremento médio anual é de 20 a 35 estéreos/ha/ano (FOELKEL e ZVINAKEVICIUS, 1978).

No Brasil, Golfari *et al.* (1978) nortearam áreas prioritárias para o reflorestamento com eucaliptos, coníferas e procedências exóticas de maior aptidão para as diversas regiões. Constatou-se que o *C. lusitanica* pode ser cultivado em regiões submontanas com pouca deficiência hídrica, sendo pouco exigente quanto à fertilidade e a profundidade do solo.

Ao longo desses anos, vários estudos vêm sendo feitos com a madeira de cipreste, quer seja para a produção de polpa e celulose, aspectos tecnológicos, produção de chapas aglomeradas e de cimento-madeira e melhoramento genético (FOELKEL e ZVINAKEVICIUS, 1978; HASLETT, 1986; NG'ANG'A, 1992; OKINO *et al.*, 2004; OKINO *et al.*, 2005; KOTHIAL *et al.* 1997).

É sabido que a distribuição e a constituição dos elementos químicos da madeira em geral, variam com o local de plantio, entre as árvores de uma mesma espécie e dentro da mesma árvore (raiz, tronco, ramos). Variam também conforme o tipo de madeira (normal, de tensão ou de compressão), a localização geográfica e as condições edafo-climáticas.

A quantificação dos constituintes químicos da madeira é de considerável complexidade devido às interações físicas e químicas entre os componentes da parede celular, como os carboidratos e a lignina, dificultando-se a etapa de separação dos mesmos. No entanto, a hidrólise ácida seguida por espectroscopia de alta resolução é um dos métodos mais usados para a determinação dos micro-constituintes da madeira.

Em suma, a qualidade da madeira depende de um conjunto de características químicas, físicas, mecânicas e anatômicas que geralmente estão correlacionados. Esses dados devem estar disponíveis para o auxílio na implantação de florestas homogêneas, utilização e redução na demanda sobre as espécies convencionais, uma vez que o cipreste tem demonstrado excelentes propriedades de uso consagrado em diversos países como Quênia, Colômbia, Venezuela, Turquia.

O objetivo deste trabalho foi descrever as características anatômicas, químicas e mecânicas da madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.), avaliar a durabilidade natural quando exposta a dois fungos de podridão-parda e dois de podridão-branca, assim como observar o comportamento durante a secagem artificial. Esses resultados complementarão a escassez de dados sobre a madeira de cipreste no Brasil, dados estes que têm sido freqüentemente solicitados ao laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Toras de *Cupressus glauca* Lam. de aproximadamente 17 anos de idade, de procedência não conhecida, foram coletadas na região urbana de Brasília, DF. Foram retirados discos de altura aleatória do tronco para estudos anatômicos e químicos da madeira. Pranchas de cipreste foram desdobradas em corpos-de-prova e submetidas ao teste de secagem convencional. Amostras livres de defeitos foram utilizadas para avaliar as propriedades físicas e mecânicas da madeira, assim como, o teste acelerado de laboratório.

Material

Coleta e amostragem da madeira

Foram coletadas aproximadamente trinta árvores e as melhores foram selecionadas para a realização dos ensaios em laboratório. Na secagem convencional, foram separadas 10 árvores e, de cada árvore, retiraram-se dois a três toretes de 1,20 m a partir da base. Para os estudos anatômicos foram retirados sete discos de 5,0 cm de espessura; e para os estudos químicos e o ensaio acelerado de laboratório foram separados, aleatoriamente, apenas três discos de três árvores diferentes. Quanto aos ensaios físicos e mecânicos nas condições verde e seca a 12% de teor de umidade foram selecionados 13 toretes livres de defeitos.

Uma parte da madeira de cipreste, destinada aos testes em condição seca, foi empilhada em local coberto e arejado e a outra parte, destinada aos testes em condição verde, foi mantida submersa em água.

Caracterização anatômica

Caracteres gerais

A determinação dos caracteres gerais foi baseada em Coradin e Muniz (1991). A determinação da cor foi feita, usando-se dois procedimentos diferentes, a escala Munsell (1975) e o espectrofotômetro Datacolor Microflash 200d. O iluminante foi o D65, com ângulo de 10° à temperatura ambiente de 25°C e umidade relativa de (65 ± 2)%. O valor médio de 10 medições feitas em uma área de 50,0 cm² foi expresso no sistema CIE L*a*b*, usando-se as variáveis L* = Claridade, a* = pigmento (matiz) vermelho, b* = pigmento (matiz) amarelo, C = saturação (quantidade de pigmento) e h = tonalidade.

Descrição macroscópica

Foi baseada também em Coradin e Muniz (1991), sendo analisados blocos de madeiras de 2,0 x 2,0 cm de seção transversal e 3,0 cm de comprimento, retirados do disco e cortados em micrótomo e bem orientados no plano transversal, longitudinal tangencial e radial, para melhor visibilidade dos elementos constituintes da madeira.

Caracterização química

Na caracterização química da madeira foram seguidos os seguintes procedimentos ou normas: Preparação da madeira para a análise química, conforme a norma TAPPI – T 264 om-88 (TAPPI, 1996); Determinação do teor de lignina (Lignina Klason), conforme a norma TAPPI – T 222 om-88 (TAPPI, 1996); Determinação do teor de holocelulose e de α -celulose (NCSU, 1989); e Determinação do teor de extrativos, conforme a norma TAPPI T 204 om-88 (TAPPI, 1996).

Secagem da madeira

Os toretos foram transformados em pranchas e então desdobrados em corpos-de-prova de 2,5 cm de espessura, 50,0 cm de comprimento e 14,0 cm de largura, tendo sido eliminada a medula.

As amostras, após serem codificadas e empacotadas, foram submersas em água para manter o estado saturado até o momento do teste.

O programa empregado foi aquele recomendado por Haslett (1986) para a madeira de *Cupressus lusitanica* Miller.

A avaliação do comportamento da espécie após a secagem foi feita por meio da análise visual dos defeitos apresentados pelas amostras e do tempo de secagem. Defeitos como rachadura, encanoamento, torcimento, encurvamento, arqueamento e colapso foram verificados. A tendência da espécie testada a apresentar um determinado tipo de defeito, em relação ao programa aplicado, foi classificada de acordo com IBDF (1988), em função da porcentagem das amostras utilizadas que apresentaram o referido defeito. O tempo necessário para a secagem da amostra foi classificado de acordo com IBDF (1981).

Propriedades físicas e mecânicas

As propriedades físicas e mecânicas da madeira de cipreste foram determinadas de acordo com a norma americana ASTM D143-94 (ASTM, 1994).

Os valores médios das propriedades mecânicas estão expressos nas condições verde e seca a 12% de teor de umidade, exceto o fendilha-

mento e o cisalhamento que foram realizados somente em condição seca, usando a máquina universal de ensaios INSTRON modelo 1127.

As amostras para os testes em condição seca foram acondicionadas em salas climatizadas à temperatura de $(20 \pm 3^\circ\text{C})$ e umidade relativa de $(65 \pm 1\%)$, por um período de 12 meses, cuja variabilidade de peso foi mínima, atingindo a umidade de equilíbrio de 12 a 13%.

Foram determinadas as propriedades físicas densidade verde, aparente e básica, além da retratibilidade tangencial, radial e volumétrica, baseadas na variação do teor de umidade desde o estado de saturação das fibras até 0% de umidade.

Durabilidade natural

O teste acelerado de laboratório foi conduzido conforme a norma ASTM D 2017-81 (ASTM, 1994), usando dois fungos de podridão-parda [*Gloeophyllum trabeum* (Persoon ex Fries.) Merrill e *Lentinus lepideus* Fr.] e dois fungos de podridão-branca [*Trametes versicolor* (Linnaeus: Fries) Pilat e *Ganoderma applanatum* (Pers.ex Wallr.) Pat]. Foram usados 12 corpos-de-prova por árvore, medindo 25,0 x 25,0 x 9,0 mm. A diferença percentual entre os pesos iniciais e finais estabilizados foi usada para estabelecer a classe de durabilidade natural da espécie.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nomenclatura

Nome científico: *Cupressus glauca* Lam. (Sin. *Cupressus lusitanica* Mill.) pertencente à família Cupressaceae. Conhecida vulgarmente no Brasil por árvore-da-vida, cedro-do-bussaco, cedro-português e cipreste (CAMARGOS *et al.*, 2001); na Inglaterra por cedar of goa, goa cypress, portuguese cypress; na França por cèdre de goa, cyprès de lusitanie e no México por tás-cate (CORRÊA, 1926).

Caracteres gerais e anatômicos

O cerne apresentou-se indistinto do alborno. De acordo com a escala Munsell, a cor foi classificada como marrom-muito-pálido (10YR 7/3 a 8/4). Segundo Camargos (1999), no estudo da colorimetria quantitativa pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$ foram obtidas as seguintes variáveis cromáticas $L^*=73,90$; $a^*=7,11$; $b^*=22,19$; $C=23,30$ e $h=72,23$ que no agrupamento de Cluster corresponde ao branco. As camadas de crescimento foram distintas e irregulares, apresentando grã direita, textura média, brilho moderado e chei-

ro característico agradável. Figura tangencial em forma de "V" causada pelas camadas de crescimento, e figura radial em faixas longitudinais pouco destacadas. A madeira é de resistência macia ao corte transversal manual.

Descrição macroscópica

A madeira apresentou parênquima radial (raios) visível sob lente de aumento de 10x, com dificuldade no plano transversal e pouco visível mesmo sob lente de 10x no plano tangencial.

As camadas de crescimento apresentaram-se distintas a olho nu, com brusca transição entre as camadas do lenho inicial e tardio.

Considerando os caracteres gerais da espécie, conclui-se que a madeira proporciona bom acabamento com lixa e produtos resinados, podendo ser usada para a confecção de pequenos objetos de madeira, além de móveis em geral. Pode-se considerar que esta espécie não apresenta uma figura atrativa devendo-se evitar seu uso como objeto de decoração. Devido ao cheiro característico a madeira não é indicada para a confecção de utensílios domésticos. Ao considerar os caracteres macroscópicos do cipreste trata-se de uma madeira com tecidos anatômicos com pouco destaque, exceto as camadas de crescimento, tornando-a de difícil identificação por meio de sua anatomia.

Caracterização química

Os valores dos componentes químicos encontram-se listados na Tabela 1.

A soma percentual dos constituintes químicos como a holocelulose e a α -celulose excedeu a 100, pois as metodologias de análises são clássicas e empíricas, evidenciando-se a dificuldade na separação dos mesmos, o que é parcialmente atribuído à formação do complexo lignina-carboidrato, que se encontra entrelaçado ou interpenetrado.

Os teores de extrativos estão bem abaixo daqueles citados na literatura em que madeiras de coníferas contêm cerca de 5% a 8% do seu peso em extrativos. Isto é um aspecto tecnológico po-

sitivo para a produção de polpa solúvel como matéria-prima na fabricação de "rayon" e acetato de celulose, em que o teor máximo de extrativos em etanol/benzeno é de 0,5%.

Comparando-se os resultados do cipreste estudado com o *C. sempervirens* citado por Hafizoglu e Usta (2005), o teor de lignina foi semelhante, porém, os demais teores foram bem menores. Esses mesmos autores também reforçam que embora dados de análise química de algumas coníferas sejam frequentemente observados na literatura, espécies como yew e cipreste têm sido raramente relatadas e que tais dados deveriam ser acrescentados em livros de química da madeira. Foelkel e Zvinakevicius (1978) estudando o *C. lusitanica*, proveniente de florestas homogêneas com 11 anos de idade, apresentaram maiores valores para extrativos e lignina e menores valores para holocelulose, comparativamente aos resultados aqui apresentados.

Secagem da madeira

A madeira de cipreste foi submetida a um programa de secagem convencional suave, levando-se 33,5 dias para avançar do estado saturado (173,8%) até 12,1% apresentando pequena tendência (16,7%) ao encurvamento.

Segundo Haslett (1986), a madeira de *Cupressus lusitanica*, antes de ser submetida à secagem em estufa, deve ser seca ao ar até que atinja um teor de umidade de 30% para evitar o colapso e rachaduras de nós. A madeira de *C. glauca* seca no LPF foi submetida à secagem em estufa no estado saturado e, embora não tenha sofrido colapso, apresentou moderada tendência (45,8%) a rachaduras nos nós. Mesmo não tendo sido feito o condicionamento como descrito, a ausência do colapso pode ser atribuída às várias interrupções no programa de secagem para a manutenção da estufa, o que pode ter ocasionado uma secagem bastante suave. Em virtude de reparos específicos na estufa durante o programa de secagem aplicado, o tempo de manutenção e o tempo de secagem foram quase os mesmos.

Tabela 1. Constituintes químicos da madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.). (Mean values of chemical constituents of cypress (*Cupressus glauca* Lam.)).

Árvore Número	Componentes (%)				
	Extrativos ^a	Lignina Klason ^b	Holocelulose ^b	α -Celulose ^b	Hemicelulose ^c
12	1,1	32,7	75,8	46,9	28,9
15	1,1	32,9	76,1	37,6	38,5
17	1,0	30,3	75,7	36,8	39,0
Média	1,1	32,0	75,9	40,4	35,9
Desvio Padrão	0,1 ^d	1,5	0,5	5,4	5,2

^aPorcentagem calculada em função da massa seca de madeira; ^bPorcentagem calculada em função da massa seca de madeira livre de extrativos;

^cDeterminado por diferença de massa entre a holocelulose e a α -celulose.

Tempo de secagem superior a 20 dias é considerado como secagem muito lenta. O programa provavelmente não retratou a realidade da secagem da madeira de cipreste, o que implica na necessidade de condução de outros estudos mais apurados sobre a secagem desta espécie.

Propriedades físicas e mecânicas

Os resultados de propriedades físicas, por indivíduo, estão descritos na Tabela 2.

Os valores médios da densidade seca, verde, básica e aparente foram de 0,45, 1,14, 0,41 e 0,51 g/cm³, respectivamente. Segundo a classificação citada por Melo *et al.* (1990), o cipreste estudado é considerado madeira leve, cuja densidade básica média foi inferior a 0,50 g/cm³. Segundo Haslett (1986), as densidades verde, básica e aparente para o *C. lusitanica* foram inferiores, comparativamente ao cipreste em estudo, sendo de 0,910, 0,385 e 0,460 g/cm³, respectivamente. Foelkel e Zvinakevicius (1978), também apresentaram densidade básica média de 0,389 a 0,391 g/cm³ para a mesma espécie com 11 anos de idade. Conforme citado em IBAMA (1997), a madeira de cipreste é de baixa contração volumétrica, menor do que 11,5%. Em relação às contrações lineares a madeira de cipreste apresentou uma razão média CT/CR de 1,6 e conforme Silva (2001), fator de anisotropia entre 1,5 a 2,0 é considerado normal. Estudo realizado por Haslett (1986), para o *C. lusitanica*, apresentou menores valores para a contração tangencial (2,6%) e radial (1,4%). No entanto, apesar de

estes valores serem inferiores aos determinados nesse estudo, a razão CT/CR obtida por Haslett (1986) foi maior (1,9), isto para contrações de saturada a 12% de teor de umidade. Os dados citados por Haslett referem-se à madeira proveniente de florestas plantadas, o que implicaria em resultados tecnológicos mais homogêneos e, conseqüentemente, em melhores estabilidades dimensionais, o qual não foi verificado.

Os resultados das propriedades mecânicas, nas condições verde e seca a 12% de teor de umidade, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

No geral, os valores de propriedades mecânicas estão bem homogêneos entre as árvores. USDA (1987) estabelece coeficientes de variação de propriedades mecânicas para amostras livres de defeitos, em condição verde. Comparativamente, os coeficientes de variação obtidos estão em consonância com aqueles especificados, porém em condição seca (12% de teor de umidade) os coeficientes de variação de flexão estática estão elevados. Uma das explicações pode ser a proximidade ou a presença de algum defeito não visivelmente exposto. Vale ressaltar que não foram feitas as correções das propriedades mecânicas porque o erro decorrente do uso da equação de correção, dos valores das propriedades mecânicas para 12% de umidade de equilíbrio, é muito genérico podendo incorrer em erros maiores do que a não correção, ou seja, apresentação dos dados brutos obtidos.

Tabela 2. Propriedades físicas de madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.). (Physical properties values of cypress (*Cupressus glauca* Lam.)).

Árvore Número	Densidade (g/cm ³)				Contração - de saturada a seca em estufa (%)			Contração Tangencial/ Radial
	Seca (TU = 0%)	Verde (Saturada)	Básica	Aparente (TU = 12%)	Tangencial	Radial	Volumétrica	
6	0,40	1,13	0,37	0,44	4,1	3,4	7,1	1,2
8	0,46	1,15	0,43	0,55	4,1	3,0	7,3	1,4
9	0,51	1,16	0,47	0,56	6,1	4,5	9,8	1,4
12	0,42	1,13	0,39	0,48	5,2	2,5	7,0	2,1
14	0,43	1,13	0,39	0,54	5,2	3,6	8,8	1,4
15	0,39	1,12	0,35	0,49	5,0	2,6	.	1,9
16	0,46	1,15	0,43	0,52	5,4	3,1	8,4	1,7
17	0,47	1,15	0,43	0,58	5,6	4,1	8,5	1,4
21	0,51	1,16	0,47	0,52	5,3	3,0	9,8	1,8
22	0,42	1,13	0,39	0,47	5,3	3,4	7,4	1,6
23	0,46	1,15	0,42	0,50	5,1	3,7	8,8	1,4
24	0,44	1,14	0,41	0,48	5,2	3,4	6,6	1,5
25	-	-	-	0,47	-	-	-	-
Média	0,45	1,14	0,41	0,51	5,1	3,4	8,4	1,6
Desvio Padrão	0,01	0,01	0,01	0,02	0,6	0,6	1,5	0,3

TU - Teor de Umidade

Tabela 3. Propriedades mecânicas, na condição verde (saturada), da madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.). (Mechanical properties values, in green condition, of cypress (*Cupressus glauca* Lam.).)

Árvore Número	Flexão Estática (MPa)			Compressão // (MPa)	Tração ⊥ (MPa)	Dureza Janka (N)	
	Tensão de ruptura	Módulo de elasticidade	Tensão no limite proporcional	Tensão de ruptura	Tensão de ruptura	// às Fibras	⊥ às Fibras
6	49	4 867	44	21	1,9	2 452	2 390
8	47	3 967	29	21	1,5	3 187	2 587
9	52	6 079	34	27	2,9	3 016	3 138
12	44	6 358	26	20	2,1	2 648	2 194
14	41	4 447	25	23	1,9	4 290	3 530
15	47	4 637	25	22	1,6	2 770	2 108
16	45	6 221	25	19	2,8	3 089	2 378
17	33	2 946	20	23	2,6	3 408	2 856
21	42	5 716	23	22	1,6	3 138	2 807
22	41	5 436	26	18	.	2 721	2 431
23	41	4 501	26	18	1,5	3 359	3 138
24	46	5 887	26	20	.	3 261	2 587
25	32	2 954	20	17	1,4	2 746	2 243
Média	43	4 924	27	21	2,0	3 083	2 638
Desvio Padrão	6	1 158	6	3	0,6	467	431
CV	14	24	23	13	28	15	16
Limite ^a	16	22	22	18	25	-	20

// e ⊥ = paralela e perpendicular às fibras. CV = Coeficiente de variação. ^aUSDA (1987).

Tabela 4. Propriedades mecânicas, na condição seca (12% de teor de umidade), da madeira de cipreste (*Cupressus glauca* Lam.). (Mechanical properties values, in the dry-condition (12% moisture content), of cypress (*Cupressus glauca* Lam.).)

Árvore Número	Flexão Estática (MPa)			Compressão (MPa)		Tração (MPa)	Dureza Janka (N)		Cisalh. (MPa)	Fendilh. (N/cm)
	Tensão de ruptura	Módulo de elastic.	Tensão no limite prop.	// Tensão de ruptura	⊥ Tensão no Limite Proporc.	⊥ Tensão de ruptura	//	⊥	Tensão de ruptura	Carga de ruptura
6	76	7 245	38	32	8,4	2,0	4 536	2 768	10,1	310
8	54	2 776	22	-	10,2	2,9	5 462	3 499	9,9	393
9	147	15 495	91	42	9,7	-	5 629	3 753	-	-
12	-	-	-	-	9,4	2,0	4 609	3 212	11,6	327
14	81	7 936	40	33	8,7	1,8	4 996	2 765	10,6	450
15	76	6 804	39	31	9,5	2,6	4 585	2 697	9,7	355
16	83	7 754	43	-	9,1	-	4 894	4 472	-	321
17	74	5 707	34	39	10,9	2,8	4 795	3 959	12,7	290
21	75	7 081	43	40	9,8	2,7	5 026	3 677	11,8	374
22	70	6 361	38	31	9,1	2,4	4 286	3 322	11,3	408
23	59	4 451	29	31	10,7	2,2	4 315	3 761	12,2	237
24	66	6 534	33	-	10,3	2,7	4 580	2 891	10,5	412
25	66	5 440	35	-	-	-	-	-	-	-
Média	77	6 965	40	35	9,6	2,4	4 809	3 398	11,0	352
DP	24	3 035	17	4	0,8	0,4	418	556	1,0	62
CV	31	44	42	13	8	17	9	16	9	18
Limite ^a	16	22	22	18	28	25	-	20	14	-
TU	13,0	13,0	13,0	11,8	11,8	12,8	12,0	12,0	12,3	12,6
DP	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,6	0,2	0,2	0,3	0,4

// e ⊥ = paralela e perpendicular às fibras. DP = Desvio padrão. CV = Coeficiente de variação. TU = Teor médio de umidade. ^aUSDA (1987).

A Tabela 5 ilustra algumas propriedades físicas e mecânicas de madeiras de coníferas, principalmente a do gênero *Cupressus*. O *C. glauca* quando comparado com outros ciprestes (SHUKLA e SANGAL, 1986; KOTHIYAL *et al.*, 1997, KOTHIYAL *et al.*, 1998, NG'ANG'A, 1992; BIER, 1983 e HASLETT, 1986) teve alguns valores de propriedades mecânicas igual ou superior. A madeira de cipreste apresentou melhor performance quanto à compressão perpendicular, sendo comparativamente superior às outras espécies de cipreste. No geral, os resultados das propriedades

mecânicas da madeira de cipreste estão bem classificados, e em concordância com outros dados citados na literatura. Kothiyal *et al.* (1997, 1998) e IBDF (1988) atribuem certos usos às espécies de coníferas e folhosas, os quais poderiam ser generalizados para o cipreste como construção leve, caixotaria e outros usos gerais. Sabe-se do uso comprovado de madeira de cipreste em embarcações antigas e por resultados práticos, de laboratório, da sua viabilidade técnica na confecção de chapas aglomeradas (OKINO *et al.*, 2004) e chapas de cimento-madeira (OKINO *et al.*, 2005).

Tabela 5. Médias das propriedades mecânicas de *C. glauca* Lam., na condição seca (12% de teor de umidade), comparativamente às outras espécies de coníferas. (Comparative strength properties values, in the dry-condition (12% moisture content) of cypress and some utility softwood).

Nome comum	Nome científico	Densidade básica (g/cm ³)		Flexão estática (MPa)		Compressão (MPa)		Dureza Janka (N)		Tração (MPa)		Fendilh. (N/cm)	Cisalh. (MPa)
		MOR	MOE	//	⊥	//	⊥	//	⊥				
Western redcedar ¹	<i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don	51,7	7 650	31,4	3,2	-	1 559	-	-	-	-	-	-
²	<i>Cupressus lusitanica</i>	74,8	8 620	31,3	6,1	2 677	2 579	-	-	-	-	-	11,7 ^b
²	<i>Pinus caribaea</i>	67,3	8 365	36,8	4,8	3 040	3 609	-	-	-	-	-	8,1 ^b
^{a,2}	<i>Pinus patula</i>	26,4	3 834	12,4	1,3	1 187	1 255	-	-	-	-	-	3,5 ^b
³	<i>C. goveniana</i>	56,9	4 508	25,4	4,9	4 625	2 518	-	-	-	-	-	30,6 ^d
⁴	<i>C. lusitanica</i>	53,9	4 300	24,4	5,5	5 547	3 146	-	-	-	-	-	3,8 ^b
^{a,5}	<i>C. lusitanica</i>	44,6	6 300	21,9	-	3 030	2 370*	-	-	-	-	-	7,0 ^b
<i>Incense-Cedar</i> ⁶	<i>Libocedrus decurrens</i> Torr	55,2	7 170	35,8	4,1	-	2 090	-	-	-	-	-	6,1 ^b
<i>Mexican cypress</i> ⁷	<i>C. lusitanica</i>	69,6	6 471	38,0	-	-	2 622	-	-	-	-	-	8,1
⁷	<i>C. macrocarpa</i> Hartw.	87,8	5 787	40,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cipreste híbrido ⁷	<i>C. macrocarpa lusitanica</i>	88,7	7 197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macrocarpa ⁸	<i>C. macrocarpa</i> Hartw.	74,3	7 900	40,3	-	-	2 500	-	-	-	-	-	-
<i>Leyland cypress</i> ⁸	<i>Cupressocyparis leylandii</i> (Jacks et Dall.) Dall.	85,6	6 900	38,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁹	<i>C. lusitanica</i>	62,0	4 900	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meru cypress</i> ¹⁰	<i>C. lusitanica</i> Mill.	69,1	8 900	40,6	-	-	2 713	-	-	-	-	-	10,2
¹¹	<i>C. lusitanica</i> Mill.	70,8	7 000	37,1	-	-	2 046	-	-	-	-	-	9,1
Cipreste	<i>C. glauca</i> Lam.	77,0	6 965	35,0	9,6	4 809	3 398	-	-	-	-	-	352
								2,4					11,0

^aPropriedades na condição verde (aturada). ¹McDonald et al. (1997). ²Shukla e Sangal (1986). ³Kothiyal et al. (1997). ⁴Kothiyal et al. (1998). ⁵Ng'ang'a (1992). ⁶Alden (1997). ⁷Bier (1983). ⁸Haslett (1986). ⁹White et al. (1980). ¹⁰Tanzania Forest Division (1966). ¹¹Tanzania Forest Division (1961). ¹Média do cisalhamento paralelo radial e tangencial. ²Média das tensões perpendiculares radial e tangencial. ³Cisalhamento paralelo(radial). ⁴Média das Durezas radial e tangencial.

Há que ressaltar que a madeira de cipreste isenta de qualquer trato silvicultural, apresentou excelentes características tecnológicas, principalmente boa estabilidade dimensional, madeira leve, podendo ser considerada uma espécie exótica promissora para o estabelecimento de florestas homogêneas plantadas, como já vem sendo feito, ostensivamente, em diversos países da América do Sul, Central e da África.

Durabilidade natural

Os valores médios de durabilidade natural de madeira de cipreste encontram-se listados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios de perda de massa da madeira de cipreste, quando expostas aos fungos de podridão-parda *Gloeophyllum trabeum* e *Lentinus lepideus*, e aos fungos de podridão-branca *Trametes versicolor* e *Ganoderma applanatum*. (Mean values of mass loss of cypress (*Cupressus glauca* Lam.) when exposed to brown-rot fungi, *Gloeophyllum trabeum* and *Lentinus lepideus*, and to white-rot fungi, *Trametes versicolor* and *Ganoderma applanatum*).

Árvore Número	Perda de massa ^a (%)			
	Podridão-parda		Podridão-branca	
	G. <i>trabeum</i>	L. <i>lepideus</i>	T. <i>versicolor</i>	G. <i>applanatum</i>
6	50,82	33,97	27,32	8,29
	8,47 ^b	7,10	5,89	3,28
10	50,04	30,62	24,99	11,25
	8,26	9,73	4,61	4,82
18	54,55	36,22	31,06	12,52
	9,72	8,64	6,52	2,80
Média	51,8	33,6	27,8	10,7
Desvio ^b	2,4	2,8	3,1	2,2

^aMédia de 12 amostras por árvore; ^bDesvio padrão

Os valores médios de perda de peso encontram-se bastante homogêneos para cada fungo, independente da árvore. Os fungos de podridão-parda (*G. trabeum* e *L. lepideus*), demonstraram certa preferência por madeira de coníferas. O fungo *G. trabeum* foi muito mais agressivo em relação ao *L. lepideus*, apresentando classes distintas de durabilidade, cuja perda de massa média foi de 52% e 34%, respectivamente, correspondendo às classes “pouco ou não-resistente” e “moderadamente resistente”. A madeira de cipreste quando submetida ao ataque de fungos de podridão-branca também apresentou grau de ataque diferenciado. O fungo *T. versicolor* mostrou maior grau de ataque em relação ao fungo *G. applanatum* e, desse modo, a madeira de cipreste foi classificada como “moderadamente resistente”, apresentando uma perda de massa média de 28%, e em relação ao fungo *G. applanatum* o cipreste foi classificado como “resistente” com perda de massa média de 11%.

Com base nos resultados obtidos confirma-se a variabilidade de resistência natural dentro de uma mesma espécie. No geral, a mesma madeira apresentou diferentes classes de durabilidade, com perda de massa percentual média crescente quanto aos fungos *G. applanatum*, *T. versicolor*, *L. lepideus* e *G. trabeum*.

Outro ponto a ser ressaltado foi à impossibilidade de distinção entre o cerne e o alburno durante a preparação das amostras, assim os valores de durabilidade natural expressam um valor médio. Haslett (1986) cita que o alburno de ciprestes é “perecível”. A baixa durabilidade talvez seja explicada pelo fato das árvores não terem atingido a sua maturidade natural, pelos resultados expressarem uma média entre o cerne e o alburno e também quanto à retirada da amostra ao longo do fuste. Em BRE (1972) a perda de massa média foi baixa para o *Cupressocyparis leylandii* quando expostos aos fungos *Merulius lacrymans* (0,2%), *Coniophora cerebella* (0,3%), *Lenzites saepiaria* (0,2%), *Lentinus lepideus* (0,2%) e *Poria xantha* (0,1%).

CONCLUSÕES

Quanto aos caracteres gerais e anatômicos da madeira de cipreste, destacaram-se a boa aparência, a tonalidade clara e apresentação pouco destacada de faixas longitudinais e linhas vasculares.

Quanto aos componentes químicos da madeira evidenciou-se uma alta taxa de lignina (32,0%), baixa taxa de extrativos (1,1%) enquanto que os valores de celulose e de hemicelulose foram de 40,4% e 75,9%, respectivamente.

Na secagem convencional a madeira de cipreste teve uma performance excelente apesar das várias interrupções durante o programa aplicado. O tempo de secagem do estado saturado até 12%, foi de 33,5 dias apresentando pequena tendência ao encanoamento.

A espécie *Cupressus glauca* Lam. foi classificada como madeira de baixa densidade. A contração volumétrica foi pequena, confirmando a sua boa estabilidade dimensional e o fator anisotrópico foi de 1,6, sendo considerado normal.

Quanto às propriedades mecânicas, a madeira apresentou um bom desempenho quanto ao esforço de resistência e rigidez, sendo similar a algumas propriedades mecânicas de madeiras da mesma família de coníferas e até de algumas madeiras leves de folhosas, principalmente, espécies da Amazônia.

A madeira de cipreste apresentou uma grande variabilidade na resistência natural, sendo mais degradada pelos fungos de podridão-parda. A madeira foi classificada como "não-resistente" quando exposta ao fungo *G. trabeum*, como "moderadamente resistente" quanto aos fungos *L. lepideus* e *T. versicolor*, e "resistente" quando exposta ao fungo *G. applanatum*.

Diante das características tecnológicas obtidas, a madeira de cipreste no Brasil pode ser apresentada como uma espécie bastante promissora para a implantação de florestas homogêneas. Essas propriedades podem ser ainda otimizadas, tendo-se o cuidado de fazer o melhoramento genético associado às práticas silviculturais de manejo e de exploração.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos ambientalistas Srs. Luiz Domiciano Santana, Dionísio Antonio do Monte, Antonio de Pádua F. Lima, Ricardo Ferreira de O. Santos e João Evangelista Anacleto pelo apoio e ajuda na execução deste projeto e, principalmente, ao Dr. Marcus Vinícius da Silva Alves pela verificação nos resultados de durabilidade natural. Os autores agradecem também aos Srs. Francisco Ozanan C.C. Alencar, chefe do Departamento de Parques e Jardins da NOVACAP/DF e Marco Aurélio Silva, pela gentil doação das madeiras de cipreste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDEN, H.A. Softwoods of North America. **USDA. Forest Service. FPL General Technical Report**, Madison, n.102, p.1-151, 1997.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 143-94: standard methods of testing small clear specimens timber**. Philadelphia, 1994.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 2017-81: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods**. Philadelphia, 1994. v.0410, p.324-328

BIER, H. The strength properties of small clear specimens of New Zealand grown timber. **FRI Bulletin. New Zealand Forest Service**, Rotorua, n.41, p.1-28, 1983.

BRE - BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT. Laboratory tests of natural decay resistance of timber. **Timberlab Papers. Princes Risborough Laboratory**, n.50, p.1-28, 1972.

CAMARGOS, J.A.A. **Colorimetria quantitativa aplicada na elaboração de uma tabela de cores para madeiras tropicais**. 1999. 99p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

CAMARGOS, J.A.A.; CORADIN, V.T.R.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília: IBAMA/DIREF/LPF, 2001. 896p.

CORADIN, V.T.R.; MUÑIZ, G.I.B. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: 1- Angiospermae. **Série Técnica LPF**, Brasília, n.15, p.1-13, 1991.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura Indústria e Comércio, 1926. 6v.

FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C. **Coníferas exóticas aptas para produção de celulose Kraft: 2- Cupressus lusitanica**. Belo Oriente, 1978. 18p.

GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. **Série técnica PRODEPEF**, Belo Horizonte, n.3, p.1-65, 1975.

HAFIZOGLU, H.; USTA, M. Chemical composition of coniferous wood species occurring in Turkey. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v.63, p.83-85, 2005.

HASLETT, A.N. Properties and utilization of exotic specialty timbers grown in New Zealand: part 3- cypresses. **New Zealand Forest Service. FRI Bulletin**, Rotorua, n.119, p.1-12, 1986.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Madeiras da Amazônia: características e utilização, Amazônia Oriental**. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1997. v.3. 141p.

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia: características e utilização, Floresta Nacional do Tapajós**. Brasília: CNPq, 1981. v.1, 113p.

- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia: características e utilização, Estação Experimental de Curuá-Una.** Brasília: IBDF/CNPq, 1988. v.2, 236p.
- KOTHIYAL, V.; NEGI, A.; RAO, R.V.; GOGATE, M.G.; DAKSHINDAS, S.K. Assessment of wood quality of eighteen-year-old *Cupressus goveniana* from Maharashtra, India. **Journal of Tropical Forest Products**, v.3, n.2, p.186-193, 1997.
- KOTHIYAL, V.; NEGI, A.; RAO, R.V.; GOGATE, M.G.; DAKSHINDAS, S.K. Wood quality of eighteen-year-old *Cupressus lusitanica* from Maharashtra. **Holz als Roh- und Werkstoff**, Berlin, v.32, n.2, p.119-127, 1998.
- MACDONALD, K.A.; HENNON, P.E.; STEVENS, J.H.; GREEN, D.W. Mechanical properties of salvaged dead yellow cedar in Southeast Alaska: phase 1. **USDA. Forest Service Research Paper**, Madison, n.565, p.1-9, 1997.
- MELO, J.E.; CORADIN, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.695-699.
- MUNSELL, C. **Soil color charts.** Baltimore: Koelmoegen, 1975.
- NG'ANG'A, F. Strength properties of cypress timber grown in Kenya. **Commonwealth Forestry Review**, Oxford, v.73, n.3/4, p.186-192, 1992.
- NCSU-NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY. **Laboratorial instructions.** Raleigh: Wood and Paper Department, 1989. 33p.
- OKINO, E.Y.A.; SOUZA, M.R.; SANTANA, M.A.E.; ALVES, M.V.; SOUSA, M.E.; TEIXEIRA, D.E. Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakeboard made from *Cupressus* spp. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Birmingham, v.53, p.1-5, 2004.
- OKINO, E.Y.A.; SOUZA, M.R.; SANTANA, M.A.E.; ALVES, M.V.; SOUSA, M.E.; TEIXEIRA, D.E. Physico-mechanical properties and decay resistance of *Cupressus* spp. cement-bonded particleboards. **Cement & Concrete Composites**, Essex, v.27, p.333-338, 2005.
- SHUKLA, N.K.; SANGAL, S.K. Preliminary studies on strength properties of some exotic timbers. **The Indian Forester**, Dehra Dun, v.112, n.5, p.459-465, 1986.
- SILVA, J.C. A retratibilidade da madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.59, n.11, p.68-70, 2001.
- TANZANIA FOREST DIVISION. Strength properties of Meru Cypress (*Cupressus lusitanica* Mill). Utilization Section. **Tanzania Forest Division Technical Note**, Moshi, n.36, p.1-6, 1966.
- TANZANIA FOREST DIVISION. **Timbers of Tanganyika Cupressus lusitanica.** Moshi: Utilisation Division, Forest Department, 1961. 8p.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **TAPPI test methods T 204 om-88: solvent extractives of wood and pulp.** Atlanta: Tappi Technology Park, 1996. v.1.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **TAPPI test methods T 222 om-88: acid insoluble lignin.** Atlanta: Tappi Technology Park, 1996. v.1.
- TAPPI - TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **TAPPI test methods T 264 om-88: preparation of wood for chemical analysis.** Atlanta: Tappi Technology Park, 1996. v.1.
- USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Wood handbook: wood as an engineering material.** Washington, 1987. 466p. (Agriculture Handbook, n.72)
- WHITE, M.G.; KIJAZI, A.S.; MAPHOLE, J.E.N.; MKOMA, F.R.; NDANSHAU, I.G.; KLEN, G.S. Strength properties and tracheid lengths in pine (*Pinus patula*) and Cypress (*Cupressus lusitanica*) from the Meru forest project. **Record Division of Forestry**, Dar-es-Salam, n.15, p.11, 1980.

Recebido em 13/09/2005

Aceito para publicação em 26/09/2006