

UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus dunnii* PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS – OSB

UTILIZATION OF WOOD OF *Eucalyptus grandis* AND *Eucalyptus dunnii* FOR ORIENTED STRAND BOARD – OSB MANUFACTURING

Setsuo Iwakiri¹ Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque²
José Guilherme Prata³ Abel Cardoso Buarque Costa⁴

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar a viabilidade de utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis OSB. Foram produzidos em laboratório painéis com densidade nominal de 0,70 e 1,0 g/cm³, com 100% de partículas de *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, além de painéis com mistura de 50% de *Pinus taeda* na camada interna do painel, com 50% de *Eucalyptus grandis* e 50% de *Eucalyptus dunnii*. Os painéis de *Eucalyptus grandis* com densidade de 0,70 g/cm³, considerada padrão comercial, apresentaram valores de propriedades compatíveis com os requisitos da norma canadense (CSA) e europeia EN, e também em relação aos painéis de *Pinus taeda* usados como testemunhas. Os resultados dos ensaios mecânicos demonstraram incremento expressivo nos valores de MOE e MOR em flexão estática com aumento na densidade do painel, abrindo a probabilidade de uso de painéis com maior densificação para aplicações que requeiram maior resistência do painel OSB. Os resultados desta pesquisa indicam a viabilidade de utilização de madeira de *Eucalyptus grandis* como espécie alternativa para produção de painéis OSB no Brasil.

Palavras-chave: eucalipto; painéis OSB; razão de compactação; *Pinus taeda*.

ABSTRACT

This study was developed to evaluate the feasibility of OSB manufacturing using woods of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii*. Boards with nominal density of 0,70 g/cm³ and 1,0 g/cm³ were manufactured in laboratory, using 100% of wood particles from *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii*, and mixtures of 50% of *Pinus taeda* in the internal layer of the board, with 50% of *Eucalyptus grandis* and 50% of *Eucalyptus dunnii*. The boards of *Eucalyptus grandis* with density of 0,70 g/cm³, as standard board density, showed the values of properties compatible with the requirements of the Canadian and European Standards and also in relation of boards manufactured from *Pinus taeda*. The results of the mechanical properties showed an increase in the MOE and MOR in static bending with the increase in the board density, opening the possibility to use the high density OSB for applications requiring higher strength. The results of this research indicate that wood of *Eucalyptus grandis* can be used as alternative specie to OSB manufacturing in the Brazil.

Keywords: eucalipto; OSB; compaction ratio; *Pinus taeda*.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista o aumento significativo na demanda pela madeira de *Pinus* a partir da década de 90, e a falta de plantios para reposição florestal em escalas compatíveis para equilíbrio da relação oferta / demanda, as indústrias de base florestal têm procurado por espécies alternativas que possam suprir a falta de madeira de *Pinus* para os próximos anos.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR). setsuo@ufpr.br
2. Engenheiro Florestal, Dr, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR).
3. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR).
4. Acadêmico do Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR). Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

Recebido para publicação em 4/04/2007 e aceito em 10/12/2007.

Dentro desse cenário, as empresas florestais têm procurado nas espécies do gênero *Eucalyptus*, uma solução para fornecimento de matéria-prima. O *Eucalyptus grandis* é uma espécie em destaque, tendo em vista as altas taxas de produtividade das florestas plantadas, boa adaptação em grande parte do território brasileiro e disponibilidade considerável de florestas para pronto uso (SILVA, 2002). Outra espécie com potencial é o *Eucalyptus dunnii*, espécie de rápido crescimento que se adaptou satisfatoriamente nas regiões de ocorrência de geadas e inverno rigoroso como nos estados da Região Sul do Brasil (ROCHA, 2002).

Uma das limitações para o processamento e uso de madeiras do gênero *Eucalyptus*, são as altas tensões de crescimento que resultam em rachaduras e empenamentos de peças de madeira, reduzindo a qualidade e grau de aproveitamento das toras. Entretanto, técnicas de liberação de tensões de crescimento em árvores e toras têm sido empregadas para minimizar tais problemas. Por outro lado, a utilização da sua madeira pelo processo de transformação em peças menores e posterior colagem para fabricação de painéis reconstituídos de madeira, seria uma opção tecnológica, que poderia viabilizar o seu uso de forma mais adequada. A inclusão da ligação adesiva entre as peças de madeira reduz a sua instabilidade dimensional, além de aumentar a gama de utilização em produtos de melhor qualidade e de maior valor agregado.

O OSB é um painel de uso estrutural, produzido com partículas do tipo “strand” de formato retangular, com uso de resinas fenol-formaldeído e/ou isocianato (MDI). No processo de formação, as partículas de cada camada são orientadas na mesma direção e o painel é consolidado através de prensagem a quente. A composição do painel em três camadas cruzadas confere melhor distribuição da resistência nas direções longitudinal e transversal, além de melhorar a estabilidade dimensional (MALONEY, 1992; MARRA, 1994).

Dentre os fatores que afetam as propriedades dos painéis OSB, os mais importantes são: densidade da madeira, densidade do painel, geometria das partículas, teor de umidade das partículas e do colchão, teor de resina e parâmetros do ciclo de prensagem (MOSLEMI, 1974). De acordo com Kelly (1977), as propriedades mecânicas dos painéis particulados podem ser melhoradas com o aumento da relação entre comprimento e espessura das partículas, denominada de razão de esbeltez, e também da razão de compactação, que é a relação entre a densidade do painel e densidade da madeira. Portanto, a utilização de partículas de formato alongado (tipo *strand*) e espécies de madeira de baixa densidade melhoram as propriedades mecânicas dos painéis. Por outro lado, a maior razão de compactação do painel decorrente do uso de madeiras de baixa densidade, aumenta o inchamento em espessura, prejudicando a estabilidade dimensional dos painéis. Pode-se comentar ainda que a maior densidade do painel resulta em maior consumo absoluto de adesivo por unidade de volume. Com relação à densidade do painel e teor de resina, há uma relação direta com as propriedades mecânicas dos painéis (MARRA, 1993).

A utilização de painéis OSB tem aumentado significativamente e tem ocupado mercados antes exclusivos dos compensados, em virtude de fatores como: (i) redução da disponibilidade de toras de boa qualidade para laminação; (ii) OSB pode ser produzido partindo de toras de qualidade inferior e de espécies de baixo valor comercial; (iii) a largura e comprimento dos painéis OSB é determinada pela tecnologia de produção e não em função do comprimento das toras como no caso de compensados (CLOUTIER, 1998).

Os painéis OSB são produtos utilizados para aplicações estruturais, como paredes, suportes para forros e pisos, componentes de vigas “I-joists”, embalagens, etc., tendo em vista boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional (CSA, 1993).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* como matéria-prima para produção de painéis de partículas orientadas – OSB.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas, nesta pesquisa, madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, provenientes de árvores com 18 e 15 anos respectivamente, coletadas nas regiões de Telêmaco Borba, PR e Canoinhas, SC. A madeira de *Pinus taeda* utilizada como testemunha foi obtida dos plantios localizados na região de Jaguariá, PR.

A resina empregada na colagem de partículas foi a fenol-formaldeído, com teor de sólidos de 49% e viscosidade Brookfield de 300 cP.

As partículas do tipo “strand” com o comprimento de 8,5 mm, espessura de 0,7 mm e largura inferior a 25 mm, foram geradas num picador de disco. As partículas foram secas ao teor de umidade médio de 3% e classificadas em uma peneira para retirada de “finos”. A seguir, foi realizada a aplicação de resina sobre as partículas em quantidade de 6% de sólidos de resina FF em relação ao peso seco das partículas.

O colchão foi formado numa caixa orientadora de partículas, sendo 25% das camadas externas na mesma direção e 50% da camada interna disposta perpendicularmente às externas. Os painéis foram prensados à pressão específica de 40 kgf/cm², temperatura de 180°C e tempo de permanência de 8 minutos. Os painéis foram produzidos em número de dois para cada tratamento, com as dimensões de 50 x 50 x 1,5 cm e densidade nominal de 0,70 g/cm³ e 1,0 g/cm³, conforme delineamento experimental apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Delineamento experimental.

TABLE 1: Experimental chart.

Tratamento	Densidade nominal (g/cm ³)	Composição do painel
TP-07	0,70	100% – <i>Pinus taeda</i>
TG-07	0,70	100% – <i>Eucalyptus grandis</i>
TG-10	1,00	100% – <i>Eucalyptus grandis</i>
TGP-10	1,00	25% – <i>Eucalyptus grandis</i> 50% – <i>Pinus taeda</i> 25% – <i>Eucalyptus grandis</i>
TD-07	0,70	100% – <i>Eucalyptus dunnii</i>
TD-10	1,00	100% – <i>Eucalyptus dunnii</i>
TDP-10	1,00	25% – <i>Eucalyptus dunnii</i> 50% – <i>Pinus taeda</i> 25% – <i>Eucalyptus dunnii</i>

Após a prensagem, os painéis foram pré-esquadrejados e acondicionados em câmara climática à temperatura de 20 ± 1°C e umidade relativa de 65 ± 3% até a estabilização.

Para avaliações das propriedades físico-mecânicas, foram retirados de cada painel, cinco corpos de prova para ligação interna, três corpos de prova para absorção e inchamento em espessura e dois corpos de prova para flexão estática. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na norma EN 319, EN 317 e EN 310, respectivamente. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e teste de Tukey em nível de probabilidade de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios para densidade do painel, razão de compactação, ligação interna, módulo de elasticidade e de ruptura dos painéis OSB.

Os valores médios de densidades aparentes a 12% de umidade das madeiras de *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* utilizados nesta pesquisa foram, respectivamente, de 0,54 g/cm³, 0,60 g/cm³ e 0,68 g/cm³. Com relação às densidades médias obtidas para os painéis, estas foram um pouco inferiores em comparação às densidades nominais de 0,70 g/cm³ e 1,0 g/cm³ estabelecidas no delineamento experimental. Tais diferenças podem ser atribuídas sobretudo às condições operacionais relacionadas à perda de materiais durante a formação do colchão e prensagem dos painéis, além do retorno em espessura do painel após a sua retirada da prensa. Esses fatores influenciam diretamente na redução da densidade do painel em função da redução no peso de partículas do colchão e aumento da espessura e volume do painel. Os valores de razão de compactação obtidos pelas relações entre as densidades do painel e da madeira, indicam para painéis de *Eucalyptus dunnii* com densidade nominal de 0,70 g/cm³, razão de compactação de 1,00, considerada abaixo da faixa ideal de 1,3 a 1,6, conforme descrito por Moslemi (1977) e Maloney (1993). Segundo os autores, há uma relação diretamente proporcional entre a razão de compactação e as propriedades de resistência de painéis de partículas. Por outro lado, para os painéis de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* com densidade nominal de 1,0 g/cm³, foram obtidos maiores valores de razão de compactação, sendo, respectivamente, de 1,61 e 1,56.

TABELA 2: Valores médios da densidade do painel, razão de compactação e propriedades mecânicas dos painéis OSB.

TABLE 2: Average values of board density, compaction ratio and mechanical properties of OSB.

Tratamento	DP (g/cm ³)	RC	LI (MPa)	MOE (MPa)	MOR (MPa)
TP-07	0,71	1,31	0,42 abc (12,18%)	5.317 ab (13,33%)	30,8 ab (27,35%)
TG-07	0,67	1,12	0,41 ab (42,10%)	6.141 ab (15,44%)	32,1 ab (33,33%)
TG-10	0,83	1,38	0,47 bc (36,10%)	6.610 b (28,45%)	44,1 b (28,46%)
TGP-10	0,92	1,61	0,61 c (21,49%)	6.880 b (18,49%)	45,1 b (24,86%)
TD-07	0,68	1,00	0,23 a (33,92%)	4.316 a (26,42%)	15,7 a (32,31%)
TD-10	0,91	1,34	0,56 bc (20,80%)	6.823 b (9,45%)	36,0 b (12,99%)
TDP-10	0,95	1,56	0,54 bc (19,59%)	7.050 b (13,36%)	44,9 b (21,04%)

Em que: TP-07 = pinus, densidade 0,70 g/cm³; TG-07 = grandis, densidade 1,0 g/cm³; TG-10 = grandis, densidade 1,0 g/cm³; TGP-10 = grandis e pinus (camada interna), densidade 10 g/cm³; TD-07 = dunnii, densidade 0,7 g/cm³; TG-10 = dunnii, densidade 1,0 g/cm³; TGP-10 = dunnii e pinus (camada interna), densidade 1,0 g/cm³; DP = densidade painel; RC = razão compactação; LI = ligação interna; MOE = módulo elasticidade; MOR = módulo ruptura; (...) = coeficiente variação (%).

O aumento na densidade não afetou significativamente os valores médios de ligação interna para os painéis produzidos com *Eucalyptus grandis*. Entretanto, em termos de médias absolutas, os painéis, com densidade nominal de 1,0 g/cm³ com inclusão de partículas de *Pinus taeda* na camada interna, apresentaram maiores valores de ligação interna. Essa constatação indica a influência da maior razão de compactação da camada interna constituída de partículas de *Pinus taeda* com menor densidade da madeira. Entre os painéis de *Eucalyptus dunnii*, o aumento na densidade do painel resultou em médias estatisticamente superiores de ligação interna. Mendes (2001) verificou também aumento nos valores de ligação interna de 6,41 kgf/cm² (0,63 MPa) para 7,66 kgf/cm² (0,75 MPa) com aumento na densidade dos painéis OSB de *Pinus* de 0,65 para 0,80 g/cm³. A influência da razão de compactação fica bem expressiva para os painéis de *Eucalyptus dunnii* com densidade nominal de 0,70 g/cm³ cuja razão de compactação de 1,00 foi o menor valor entre os tratamentos.

Ao se avaliar os resultados de ligação interna dos painéis com densidade nominal de 0,70 g/cm³, considerada padrão comercial, os painéis de *Eucalyptus grandis* não apresentaram valores estatisticamente diferentes em relação aos painéis testemunhas de *Pinus taeda*. Os painéis de *Eucalyptus dunnii* apresentaram resultados estatisticamente inferiores em relação aos painéis testemunhas.

Com exceção dos painéis de *Eucalyptus dunnii* com densidade de 0,70 g/cm³, todos os demais tratamentos apresentaram valores médios de ligação interna superiores em relação aos valores mínimos exigidos pela norma CSA 0437-0 de 0,34 MPa e norma EN 319 de 0,35 MPa.

Tanto para o MOE, quanto para o MOR, com exceção de painéis de *Eucalyptus dunnii* com densidade de 0,70 g/cm³, que apresentaram baixos valores, as médias obtidas para os demais tratamentos foram estatisticamente iguais. Entretanto, na comparação entre as médias absolutas pode-se constatar que há uma tendência de aumento nos valores de MOE e MOR com aumento na densidade dos painéis, tanto para *Eucalyptus grandis*, quanto para *Eucalyptus dunnii*.

Os painéis compostos com mistura de partículas de *Eucalyptus grandis*/*Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* / *Pinus taeda* (TGP-10 e TDP-10) apresentaram valores médios de MOE e MOR ligeiramente superiores em relação aos painéis produzidos sem a mistura de partículas de *Pinus taeda*. Outra constatação importante é com relação à influência da razão de compactação sobre essa propriedade. Pode-se constatar que os painéis correspondentes aos tratamentos TG-10 e TD-10, com razão de compactação de 1,61 e 1,56

respectivamente apresentaram maiores valores de MOE e MOR.

Com exceção dos painéis de *Eucalyptus dunnii* com densidade de 0,70 g/cm³, todos os demais tratamentos apresentaram valores médios de MOE e MOR superiores em relação aos valores mínimos exigidos pela norma CSA 0437-0 (1993), respectivamente, de 55.000 kgf/cm² (5.394 MPa) para MOE e 290 kgf/cm² (8,8 MPa) para MOR. Os valores obtidos são superiores também em comparação aos requisitos da norma EN 310 (1993) de 48.000 kgf/cm² (4.707 MPa) para MOE e 280 kgf/cm² (27,4 MPa) para MOR.

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura – 24 horas e respectivos coeficientes de variação.

TABELA 3: Resultados de absorção de água e inchamento em espessura – 24 horas.

TABLE 3: Results of water absorption and thickness swelling – 24 hours.

Tratamento	AA – 24 h (%)		IE – 24 h (%)	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
TP-0.7	69,16 b	7,04	24,58 a	36,93
TG-0.7	68,49 b	12,87	19,21 a	11,12
TG-1.0	39,47 a	20,97	15,86 a	36,85
TGP-1.0	35,69 a	20,33	16,81 a	32,57
TD-0.7	82,04 b	9,48	25,92 a	6,27
TD-1.0	46,92 a	16,03	24,50 a	9,75
TDP-1.0	38,92 a	14,79	20,51 a	19,36

Em que: TP-07 = pinus, densidade 0,70 g/cm³; TG-07 = grandis, densidade 1,0 g/cm³; TG-10 = grandis, densidade 1,0 g/cm³; TGP-10 = grandis e pinus (camada interna), densidade 1,0 g/cm³; TD-07 = dunnii, densidade 0,7 g/cm³; TG-10 = dunnii, densidade 1,0 g/cm³; TGP-10 = dunnii e pinus (camada interna), densidade 1,0 g/cm³; AA = absorção de água; IE = inchamento em espessura; CV = coeficiente variação.

Os resultados de absorção de água – 24 horas demonstram claramente que os painéis com maiores densidades apresentam menor percentagem de absorção de água em relação aos painéis com densidades menores. Esse resultado comprova os conceitos apresentados por vários autores como Moslemi (1974), Maloney (1993) e Kelly (1977), de que a maior compactação e densificação de painéis particulados dificultam e reduzem a entrada de água nas camadas internas do painel, reduzindo a quantidade de absorção de água.

Entre os painéis produzidos com densidade de 0,70 g/cm³, os painéis de *Eucalyptus dunnii* apresentaram valor médio de absorção de água superior em relação aos painéis de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, indicando que a baixa razão de compactação favorece a penetração de água. Para efeitos de comparação dos resultados obtidos nesta pesquisa, Mendes (2001) obteve para painéis OSB de *Pinus* com densidade de 0,65 g/cm³ e 0,80 g/cm³, valores médios de absorção de água – 24 horas de 63,75 e 49,95% respectivamente.

Para o inchamento em espessura – 24 horas, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias obtidas para todos os tratamentos. Os painéis produzidos com maior densidade não apresentaram valores superiores de inchamento em espessura, ao contrário do mencionado nas fontes bibliográficas. Os valores de inchamento em espessura – 24 horas obtidos nesta pesquisa foram superiores ao valor máximo de 12% indicado pela norma EN 317 (1993). Entretanto, cabe mencionar que, nesta pesquisa, não foram aplicadas emulsões de parafina sobre as partículas para retardar a absorção de água pela madeira. Por outro lado, os valores médios obtidos nesta pesquisa, foram bem inferiores em relação aos resultados obtidos, por Mendes (2001) para painéis OSB de *Pinus* cujos valores foram de 34,29 e 38,34% respectivamente para os painéis com densidade de 0,65 g/cm³ e 0,80 g/cm³. O autor não menciona a utilização de emulsão de parafina para retardar a absorção de água pela madeira.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

Os painéis OSB de *Eucalyptus grandis* com densidade de 0,70 g/cm³ apresentaram resultados de propriedades mecânicas satisfatórias em comparação aos painéis OSB de *Pinus taeda*. Os resultados de ligação interna, MOE e MOR atendem aos requisitos mínimos exigidos pela norma SCA 437-0 (1993) e EN

(1993) para painéis comerciais. Os painéis OSB de *Eucalyptus dunnii* com densidade de 0,70 g/cm³ não atendem a essas especificações, provavelmente em função da menor razão de compactação do painel.

Como aumento na densidade nominal do painel OSB de 0,70 g/cm³ para 1,0 g/cm³, constatou-se aumento nos valores de MOE e MOR, tanto de *Eucalyptus grandis*, quanto de *Eucalyptus dunnii*, indicando a probabilidade de uso para aplicações específicas que requeiram maior resistência mecânica.

Com a inclusão de partículas de *Pinus taeda* em proporção de 50% na camada interna, verificou-se uma tendência clara de aumento nos valores de MOE e MOR em relação aos painéis OSB produzidos apenas com eucalipto.

O aumento na densidade do painel resultou em redução na taxa de absorção de água após 24 horas de imersão. Por outro lado, o inchamento em espessura não foi afetado pelo aumento na densidade dos painéis. Os valores de absorção de água e inchamento em espessura obtidos neste estudo estão compatíveis com resultados apresentados na literatura.

Os resultados desta pesquisa indicam que a madeira de *Eucalyptus grandis* apresenta potencial para utilização como espécie alternativa para a produção de painéis OSB no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. OSB and Waferboard. CSA 0437.0 – 93. Ontário: 1993. 18p.
- CLOUTIER, A. Oriented Strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties of wood-base fiber and particle materials. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD PRODUCTS OF HIGH TECHNOLOGY, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, SIF, 1998, p. 173-185.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **CEN 02.26**. 1993.
- KELLY, M.W. **A critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard**. U.S. For. Prod. Lab. General Technical Report. FPL-10, Madison, 1977, 66p.
- MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing**. 2 ed. São Francisco: M.Freeman, 1993. 689p.
- MARRA, A.A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 453p.
- MENDES, L.M. **Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. Curitiba: UFPR, 2001. 156f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2001.
- MOSLEMI, A.A. **Particleboard**. Vol.2: Technology, London: Southern Illinois University Press, 1974. 245p.
- ROCHA, M.P. **Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus dunnii Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias**. Curitiba: UFPR, 2000. 185f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2000.
- SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. Curitiba: UFPR, 2002. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2002.