

PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA ESPÉCIE *Peltogyne confertiflora* (Mart. ex Hayne) Benth.

Edilene Silva Ribeiro¹
Luzia Elaine Pimenta Vargas¹
Marcella Hermida de Paula²
Angela Neinha Campos³

RESUMO: O trabalho teve por objetivo a caracterização tecnológica da espécie florestal *Peltogyne confertiflora* (Mart. ex Hayne) Benth. por meio de técnicas destrutivas e não destrutivas: propriedades físicas (densidade, retratibilidade e colorimetria), propriedades mecânicas (MOR e MOE) e técnicas acústicas (ondas ultrassônicas e ondas de tensão). A pesquisa foi desenvolvida no IFMT campus Campo Novo do Parecis em conjunto com a UnB. Foram confeccionados 20 corpos de prova com dimensões 2 x 2 x 41cm e realizadas análises descritivas. As técnicas de colorimetria, ondas de tensão e ondas ultrassônicas se mostraram promissoras na predição das características avaliadas. Os resultados obtidos através do presente estudo se mostraram promissores para *Peltogyne confertiflora*, espécie pouco conhecida comercialmente, com densidade básica, propriedades físicas e mecânicas equivalentes às de espécies tradicionais do mercado madeireiro.

Palavras chave: Colorimetria, Ultrassom, Stress Wave.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SPECIES *Peltogyne confertiflora* (Mart. Ex Hayne) Benth

ABSTRACT: The objective of this work was the technological characterization of the forest species *Peltogyne confertiflora* (Mart. Ex Hayne) Benth. by means of destructive and non destructive techniques: physical properties (density, retratibility and colorimetry), mechanical properties (MOR and MOE) and acoustic techniques (ultrasound waves and voltage waves). The research was developed at IFMT campus Campo Novo do Parecis in conjunction with UnB. Twenty specimens with dimensions 2 x 2 x 41cm were made and descriptive analyzes were carried out. The techniques of colorimetry, voltage waves and ultrasound waves were promising in predicting the characteristics evaluated. The results obtained by the present study showed promising results for *Peltogyne confertiflora*, a species not very well known commercially, with basic density, physical and mechanical properties equivalent to the traditional species of the timber market.

Key words: Colorimetry, Ultrasound, Stress Wave.

¹Professora do Departamento de Agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso-MT. E-mail: edilene.ribeiro@cnp.ifmt.edu.br; luzia.pimenta@cnp.ifmt.edu.br

²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília, Brasília-DF. E-mail: marcellahermida@hotmail.com.

³Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Novo do Parecis, Mato Grosso-MT. E-mail: angelaneinha@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil é uma das principais regiões produtoras de madeira de florestas tropicais no mundo, ficando atrás da Indonésia e da Índia. Essa produção de madeira está concentrada nos estados do Pará, Mato Grosso e Amazonas com aproximadamente 30,8 milhões de m³ anuais (OIMT, 2015). Apesar da grande diversidade florestal, as espécies ainda são exploradas por meio da extração seletiva em consequência do seu alto valor madeireiro. Espécies menos conhecidas, mas que possuem qualidades adequadas a fins mais nobres podem ser inclusas no mercado madeireiro. Contudo, razões como falta de tradição e conhecimentos tecnológicos em conjunto com a infraestrutura das indústrias podem interferir nesta utilização.

Para Gonzalez e Gonçalves (2001) fomentar o comércio de um maior número de espécies menos conhecidas nos mercados nacional e internacional, com vistas ao aumento a qualidade dos produtos e subprodutos comercializados, é tarefa decisória para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza. Dentre as espécies florestais nativas que abastecem a indústria madeireira em Mato Grosso, dez espécies respondem por 80% do total comercializado (RIBEIRO, 2013). Para diminuir a grande pressão sobre estas espécies, o gênero *Peltogyne* tem se tornado uma opção à produção de móveis diferenciados e revitalização de interiores.

Cada espécie madeireira tem suas características peculiares (como cor, densidade, trabalhabilidade, contração e características mecânicas) que define não somente seu uso final na indústria como também o processo de beneficiamento para comercialização (PROCÓPIO e SECCO, 2008; BATISTA et al., 2010). Este trabalho objetivou caracterizar a madeira de *Peltogyne confertiflora* por meio de técnicas destrutivas e não destrutivas da madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios de biologia e de solos do Instituto Federal de Mato Grosso campus Campo Novo do Parecis em conjunto com o laboratório de tecnologia da madeira da Universidade de Brasília. A espécie caracterizada neste estudo foi *Peltogyne confertiflora* popularmente conhecida por roxinho da família Fabaceae.

Preparação dos corpos-de-prova

Para caracterização da espécie foram adquiridas três pranchas de três metros doadas pelo Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (INDEA-MT). A partir destas

pranchas, foram desdobrados 20 corpos de prova do cerne de cada espécie orientados nas seções longitudinal, radial e tangencial medindo 41cm x 2cm x 2cm (comprimento x largura x espessura). Esses corpos de prova foram subdivididos em amostras de dimensões 30cm x 2cm x 2cm (comprimento x largura x espessura) utilizadas nos ensaios de colorimetria, flexão estática, ultrassom e stress wave e amostras de 10cm x 2cm x 2cm (comprimento x largura x espessura) utilizadas nos ensaios físicos de densidade (básica e aparente) e retratibilidades (tangencial, radial e volumétrica, além do coeficiente de anisotropia).

Os corpos de prova foram acondicionados em câmara de climatização com temperatura e umidade controlada ($\pm 65\%$ UR, $\pm 21^\circ\text{C}$) para estabilizar do teor de umidade (12% de umidade), de acordo com a norma COPANT 459 (1972b).

Colorimetria

Os ensaios de colorimetria foram realizados no laboratório de tecnologia da madeira LTM – UnB, o equipamento utilizado foi um espectrofotocolorímetro ColorEye® XTH gretagmacbeth acoplado a um computador com iluminante D65 e ângulo de 10° em temperatura ambiente e software Color iControl. A metodologia proposta Gonzalez (1993) com base no sistema CIElab (1976), definiu os parâmetros colorimétricos L^* (claridade), coordenadas a^* e b^* , C (saturação) e h^* (ângulo de tinta). Para a especificação da cor da espécie utilizou-se a tabela de cores descrita por Camargos e Gonzalez (2001).

Foram utilizados 20 corpos de prova e realizadas 10 medições em cada corpo de prova, totalizando 200 leituras para a espécie.

Densidade e retratibilidades

Os ensaios de densidade e retratibilidades foram realizados nos laboratórios de biologia e solos do IFMT campus Campo Novo do Parecis. A metodologia utilizada para a determinação da densidade básica seguiu a norma COPANT 461 (1972c), em que os corpos de prova foram submersos em água por quarenta dias para obtenção volume saturado pelo método estequiométrico utilizando um paquímetro digital, em seguida, acondicionados em estufa a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até que atingissem massa constante para obtenção da massa seca (0% umidade) com a utilização da balança digital.

A metodologia utilizada para determinação da retratibilidade seguiu a norma COPANT 462 (1972d), sendo mensuradas as faces longitudinais, radiais e tangenciais dos corpos de prova com um paquímetro digital, nas condições saturados e secos em estufa a uma temperatura de

103± 2°C (0% de umidade). Os mesmos corpos de prova utilizados para determinação da densidade foram utilizados para estimar a reprodutibilidade.

Foram efetuadas três medições na face radial e tangencial e três na longitudinal totalizando nove medições, nas condições saturada e seca em estufa. Sendo realizada a média destas medições.

Flexão estática (MOR e MOE)

Os ensaios convencionais (flexão estática) foram realizados no laboratório de tecnologia da madeira LTM – UnB, utilizando uma máquina universal de ensaios com carga de 30 kN, conforme COPANT 555 (1972e).

Ultrassom e Stress wave (MOEd)

Os ensaios de ultrassom e stress wave foram realizados no laboratório de tecnologia da madeira LTM – UnB. Para o Ultrassom o equipamento utilizado foi o USLab com potência de 700 V, resolução de 0,1 µs e transdutores de onda longitudinal e de seção plana que operam na frequência de 45 kHz. Para o ensaio de stress wave foi utilizado o aparelho Stress Wave Timer modelo 239A (Metriguard Inc.). Após a obtenção dos dados de velocidade de propagação de ondas por meio dos aparelhos e a densidade dos corpos-de-prova à 12% de umidade, foi calculado o módulo de elasticidade dinâmico (MOEd), segundo a equação 1.

$$MOEds = V^2 \times D_{12\%} \quad \text{Eq.(1)}$$

Em que: MOEd = Módulo de elasticidade dinâmico (MPa); V = Velocidade de propagação de onda de tensão (m/s); D12% = Densidade aparente a 12% de umidade (kg/m³).

Análises Estatísticas

Para as propriedades físicas e mecânicas da madeira utilizou-se estatística descritiva: média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação. O programa estatístico utilizado na análise dos dados foi o Genes da UFV (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Colorimetria

Os valores médios dos parâmetros colorimétricos da espécie *Peltogyne confertiflora* são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros colorimétricos da espécie estudada.

Espécie	L*	a*	b*	C	h*	Classificação da cor*
Média	49,13	11,87	5,68	13,23	25,66	
Roxinho Desvio Padrão	2,02	1,00	1,24	0,77	5,98	Roxo
CV (%)	4,11	8,45	21,81	5,80	23,32	

(*) = Cor natural da madeira, segundo classificação proposta por Camargos e Gonzalez (2001).

Em relação aos parâmetros colorimétricos, a madeira de roxinho apresentou valor médio de luminosidade (L*) igual a 49,13, segundo Camargos e Gonzalez (2001) espécies com o valor médio abaixo de 56,79 são consideradas escuras.

A coordenada a* (pigmentação vermelha) é a principal responsável pela formação da cor desta madeira. Entretanto a pigmentação amarela (coordenado b*) se mostra presente influenciando a composição da coloração da espécie. O ângulo de tinta (h*) confirma a maior proximidade do eixo vermelho, evidenciando a importância do pigmento vermelho (a*).

De acordo com Barreto e Pastore (2009) Os extrativos das espécies tropicais brasileiras são muito diversificados, tanto em quantidade como na natureza química. Assim, são encontradas madeiras brancas (marupá: *Simarouba amara*), pretas (pau-santo: *Zollernia parensis*), amarelas (guariúba: *Clarisia racemosa*), marron (castanha-de-cotia : *Acioa edulis*); róseas (quaruba: *Vochysia maxima*) e roxas (roxinho: *Peltogyne paniculata*). Das quase 300 espécies arbóreas caracterizadas pelo Laboratório de Produtos Florestais – LPF (2007), a cor marron prevalece (58%) e as restantes dividem-se em amarelas (14%), brancas (8%), cinzas (8%), vermelhas (5%), rosas (3,7%), sendo as matizes preta, oliva e roxa mais raras (< 1% cada).

Almeida (2017) estimaram de propriedades de resistência e de rigidez de madeiras tropicais brasileiras pela técnica de colorimetria. Os parâmetros da cor natural da madeira de roxinho foram: L*=55,32 a*=12,98 e b*=5,72. Os valores encontrados neste estudo são ligeiramente maiores aos apresentados na pesquisa. Fatores como dimensão dos corpos de prova, procedência do material, aparelho utilizado na coleta dos espectros entre outros podem

ter influência neste aumento. No entanto, a caracterização permanece válida, uma vez que a cor final da madeira teve pouquíssima alteração.

Densidade e Retratabilidades

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva para a densidade aparente, densidade básica, retratabilidades e coeficiente de anisotropia da espécie *Peltogyne confertiflora*.

A densidade básica média foi de 0,72g/cm³ e o coeficiente de variação foi baixo (2,12%) implicando numa maior precisão do experimento. Esta característica é importante na indústria madeireira pois agrega valor aos produtos e subprodutos.

Tabela 2. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação da densidade aparente, densidade básica, retratabilidades e coeficiente de anisotropia da espécie *Peltogyne confertiflora*.

	Propriedades Físicas					
	D.A	D.B	R.R	R.T	R.V	CA
Média	0,83	0,72	6,36	7,33	13,33	1,12
Desvio Padrão	0,02	0,02	0,68	0,78	1,94	0,08
CV (%)	0,02	2,12	10,67	10,71	14,52	7,16

D.A = Densidade Aparente, D.B = Densidade Básica, R.R = Retratabilidade Radial, R.T = Retratabilidade Tangencial, R.V = Retratabilidade Volumétrica, CA = Coeficiente de Anisotropia

A densidade aparente média (Tabela 2) da espécie *Peltogyne confertiflora* foi de 0,83g/cm³ sendo considerada alta. Alves (2012) avaliando as características físicas da espécie *Peltogyne discolor* encontrou densidade aparente de 0,93g/cm³. Alves (2013) elaborando uma chave de identificação de espécies comercializadas no estado do Espírito Santo, e levando em consideração a densidade aparente, caracterizou a espécie *Peltogyne discolor* (pau-roxo) com massa específica aparente muito alta.

Mello et. al. (1990) estabeleceram uma classificação para a densidade básica (DB) de madeiras tropicais: madeira leve ($DB \leq 500 \text{ kg/m}^3$) – grupo 1; madeira média ($500 \text{ kg/m}^3 < DB \leq 720 \text{ kg/m}^3$) - grupo 2 e madeira pesada ($DB > 720 \text{ kg/m}^3$) – grupo 3. Seguindo esta classificação a espécie *Peltogyne confertiflora* se enquadra na categoria de madeira pesada. Este é um atributo muito desejado para a construção civil e sob a ótica comercial esta é uma característica importantíssima, pois o produto final e a tecnologia a ser empregada dependem diretamente desta avaliação.

Nascimento et al. (1997) agrupando espécie madeiras da Amazônia em função da densidade básica, encontrou valores para *Peltogyne paradoxa* Ducke (Coatá guicava) de 0,91 g/cm³.

Araújo (2002) analisando as características físicas de cento e oitenta e sete espécies nativas da floresta Amazônica, encontrou densidade básica média de 0,81g/cm³, entre 49 espécies classificadas como madeira pesada (072-0,88g/cm³), e confirmando os resultados encontra-se *Peltogyne paniculata* Benth.

Marques (2008) estudou um grupamento de 41 espécies de madeira da Amazônia para secagem baseado nas características anatômicas e físicas, encontrou valor de densidades básica para a espécie *Peltogyne cf. subsessilis* de 0,78g/cm³ e o Laboratório de pesquisas florestais (LPF) 0,79 g/cm³. Valores muito próximos aos encontrados nesta pesquisa.

Ribeiro (2017) avaliando as características físicas de vinte espécies da região amazônica em Mato Grosso, constatou densidade básica média entre 0,33 g/cm³ a 0,94 g/cm³, com média geral para todas as espécies de 0,64 g/cm³.

Corroborando com os estudos Reis (2017) realizou uma pesquisa sobre as propriedades tecnológicas da madeira de espécies da Amazônia, e para a espécie *Peltogyne paniculata* Benth encontrou o valor de densidade básica de 0,81g/cm³. Mesmo valor encontrado por Rodrigues et al. (2014) determinando as propriedades físico-mecânicas da madeira de cinco espécies da Amazônia.

Coelho (2014) avaliando a madeira de *Mora paraensis* (pracuúba) para utilização em cruzetas de redes de distribuição de energia elétrica encontrou densidade básica de *peltogyne* sp de 0,81g/cm³. Já Azevedo e Nascimento (1999) estudando sobre estrutura de madeira para cobertura de aviários no estado da Paraíba, determinou a densidade básica de *peltogyne* sp de 1.008g/cm³.

Dos Anjos (2014) estudou o efeito da termorretrificação nas propriedades físicas de três espécies madeireiras da Amazônia e encontrou para a espécie *Peltogyne recifencis* Ducke densidade aparente 0,89g/cm³ e 0,74g/cm³ a densidade básica. Já IPT (2003) verificando a utilização de diversas espécies na construção civil, encontrou para *Peltogyne confertiflora* (roxinho) densidade básica de 0,74g/cm³. Valor semelhante ao desta pesquisa, confirmando a alta densidade da espécie florestal.

Ainda na Tabela 2 foram apresentados os valores médios da retratibilidade radial (6,36), retratibilidade tangencial (7,33), retratibilidade volumétrica (13,33) e coeficiente de anisotropia (1,12).

Segundo Oliveira (1998) a retratibilidade na madeira é definida como a variação nas dimensões quando há alteração no seu teor de umidade, resultando na movimentação pela perda ou ganho de água abaixo do ponto de saturação das fibras (MARQUES et al., 2012).

Em estudos realizados por Rodrigues *et al.* (2014) com a espécie *Peltogyne lecointei* Ducke foram encontrados os valores para retratibilidade radial (5%), tangencial (8,1%) e coeficiente de anisotropia (1,62). Enquanto Dos Anjos (2014) obteve retratibilidade radial (3,5%), retratibilidade tangencial (6,5%) e retratibilidade volumétrica (10,7%), com a espécie *Peltogyne recifencis* Ducke.

Araújo 2002, avaliando a espécie *Peltogyne paniculata* Benth definiu os valores de 5,1% e 8,1% para as contrações radiais e tangenciais. Já o IPT (2003) encontrou valores para retratibilidade volumétrica (10,7%) e coeficiente de anisotropia (1,86) para a espécie *Peltogyne confertiflora*, valores que diferem ao desta pesquisa.

Para a classificação da qualidade da madeira é utilizado o coeficiente de anisotropia, Moreschi (2012) classificou o fator anisotrópico (CA) em: madeira considerada excelente (1,2-1,5); madeira considerada normal (1,6-1,9) e madeira de baixa qualidade ($\geq 2,0$). Portanto, quanto mais próximo de 1 esse coeficiente, melhor será a estabilidade dimensional, produzindo madeira de melhor qualidade. No presente estudo a espécie *Peltogyne confertiflora* apresentou coeficiente anisotrópico de 1,12, permitindo classificar a madeira de excelente qualidade.

Módulo de elasticidade e ruptura (Flexão estática) e Módulo de elasticidade dinâmico

As propriedades mecânicas da espécie *Peltogyne confertiflora* apresentam valor médio de módulo de ruptura (MOR) de 151,48 MPa, módulo de elasticidade estático (MOE) de 29.301 MPa, módulo de elasticidade dinâmico obtido pelo *Stress Wave* Timer (Moed) de 21.215 MPa e módulo de elasticidade dinâmico obtido através do ultrassom (Moed) de 29.617 MPa. A estatística descritiva das propriedades MOR, MOE, Moed stress wave e Moed ultrassom para a espécie estudada são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação do módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidade estático (MOE), módulo de elasticidade dinâmico por stress wave (Moed) e módulo de elasticidade dinâmico por ultrassom (Moed) da espécie *Peltogyne confertiflora*.

Propriedades Mecânicas				
Espécie	Flexão estática		Stress Wave	Ultrassom
<i>P. confertiflora</i>	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Moed (MPa)	Moed (MPa)
Média	151,48	29.301	21.215	29.617
Desvio Padrão	9,16	5.895	1.645	1.690
CV (%)	6,04%	20,12%	7,76%	5,71%

Estes resultados são diferentes aos encontrados por Araújo (2002) e Rodrigues *et al.* (2014) para o módulo de ruptura à flexão estática (187,11Mpa – 186,09MPa) e módulo de

elasticidade à flexão estática (17.750 MPa – 17.987MPa) para as espécies *Peltogyne paniculata* Benth e *Peltogyne lecointei* Ducke.

Nascimento et al. (1997) agrupou oitenta e sete espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e das propriedades mecânicas estabelecendo cinco grupos diferentes entre si. As espécies estudadas apresentam alternativas para substituir as madeiras tradicionais da região amazônica. Entre as opções citadas pelo autor *Peltogyne paradoxo* Ducke (Coatá guicava) com módulo de ruptura foi de 183,10MPa e o de elasticidade de 16.300MPa. Característica esta equivalente a de espécies comerciais e tradicionalmente conhecidas.

Já Alves (2012) realizou ensaios não destrutivos para estimar as características físico-mecânicas da madeira, para o módulo de elasticidade longitudinal da espécie *Peltogyne discolor* encontrou o valor de 12.024Mpa. Enquanto Azevedo e Nascimento (1999) estudando sobre estrutura de madeira para cobertura de aviários no estado da Paraíba, determinou módulo de elasticidade de *Peltogyne* sp 20.790MPa.

Coelho (2014) avaliou a madeira de *Mora paraensis* (pracuúba) para Utilização em Cruzetas de Redes de Distribuição de Energia Elétrica. Foram realizados testes de resistência mecânica e comparados os resultados de *Mora paraensis* com sete espécies regulamentadas para a fabricação de cruzetas (NBR 8458/2010). A espécie *Peltogyne* sp apresentou valores para MOR e MOE de 187,11MPa e 17.750MPa respectivamente.

Carvalho (2017) avaliou a fadiga em peças de madeira para uso estrutural e citou que a espécie *Peltogyne* sp possui módulo de resistência à flexão para madeira verde da ordem de 144,8MPa e para a madeira a 15% de umidade, 184,5MPa. O Módulo de elasticidade para a Madeira verde é em média 17721MPa, resultados obtidos de acordo com a Norma ABNT NBR 6230/85.

Enquanto Carrasco et al. (2017) avaliou os atributos mecânicos da madeira de vinte nove espécies brasileiras por meio de excitação por impulso. Os valores encontrados para o módulo de ruptura e módulo de elasticidade da espécie roxinho foram respectivamente 134,50MPa e 14.900MPa.

A literatura ainda é muito escassa no tocante as propriedades mecânicas das madeiras nativas da floresta Amazônica, e os resultados demonstram a importância do estudo de várias espécies dentro do mesmo gênero.

Segundo Moreschi (2005) quanto mais alto é o módulo de elasticidade da madeira mais alta é sua resistência e mais baixa sua deformabilidade, enquanto um MOE baixo piores serão as qualidades da madeira para fins de construções civis.

Alves e Carrasco (2013) estimaram as constantes de rigidez de madeiras tropicais ultraduras orientadas nas três direções principais pelo método de propagação de onda ultrassônica. As madeiras ensaiadas foram angelim pedra, angelim vermelho, castanheira, garapa, muiracatiara, pequi e roxinho. A determinação do teor de umidade, densidade aparente e módulo de elasticidade seguiram as prescrições da NBR 7190 (1997) (ABNT 1997). O método utilizado mostrou ser eficiente para estimar as constantes de rigidez da madeira. Os valores de R^2 foram 91%, 88% e 55% para as direções tangencial, radial e longitudinal, respectivamente.

Alves et al. (2017) estimaram do módulo de elasticidade da madeira pelo método de propagação de onda ultrassônica. As madeiras ensaiadas foram angelim pedra, angelim vermelho, castanheira, garapa, muiracatiara, pequi e roxinho. De cada espécie confeccionou-se sete corpos de prova para cada direção analisada (longitudinal, tangencial e radial). A determinação do teor de umidade, densidade aparente e módulo de elasticidade à compressão seguiram as prescrições da NBR 7190 (1997) (ABNT 1997). O método utilizado mostrou ser eficiente para estimar as constantes de rigidez da madeira nas direções normais à fibra. Para a frequência de 180 kHz, os valores de R^2 foram 75,7%, 79,7% e 50,7% para as direções tangencial, radial e longitudinal, respectivamente.

Carrasco et al. (2017) avaliaram as características mecânicas da madeira por meio de excitação por impulso. Foi determinado as características mecânicas: módulo de elasticidade, resistência à compressão, resistência à tração paralelo à grã e resistência ao cisalhamento, de 29 espécies de madeiras brasileiras por meio de ensaios não destrutivos. O aparelho utilizado foi o Sonelastic. Ele serve para realizar ensaios não destrutivo utilizando ondas acústicas provocadas por impacto. Utilizando os valores das características mecânicas, das 29 espécies de madeiras, dentre elas roxinho, fornecidas pela norma NBR 7190 e pelo IPT, foi realizado uma análise de regressão entre as características mecânicas e o módulo de elasticidade dinâmico. O autor concluiu que o uso da técnica de excitação por impulso, para estimativa do módulo de elasticidade, apresenta uma alta correlação entre as variáveis estudadas ($R^2 = 97,54\%$). O módulo de elasticidade dinâmico é em média 5,81% maior do que o módulo de elasticidade estático. Para estimativa da resistência à compressão é uma alternativa promissora.

CONCLUSÃO

A colorimetria se mostrou eficiente na determinação da cor da madeira. A espécie *Peltogyne confertiflora* de acordo com os parâmetros colorimétricos foi classificada como roxo.

A espécie apresenta densidade alta e coeficiente anisotrópico próximo de um, indicando estabilidade madeira, ou seja, a espécie não apresenta problemas como rachaduras, torções e empenamentos, decorrentes da secagem e posterior industrialização, estas características são apreciadas pelo mercado madeireiro.

A madeira apresentou módulo de elasticidade alto, o que implica em maior resistência da madeira e menor risco de deformação. E o *stress wave* e o ultrassom se mostraram promissores para estimar o módulo de elasticidade da madeira, sendo para este estudo indicado o uso do ultrassom com valores bem próximos ao ensaio estático.

Os resultados obtidos através do presente estudo se mostraram promissores para *Peltogyne confertiflora*, espécie pouco conhecida comercialmente, com densidade básica, propriedades físicas e mecânicas equivalentes às de espécies tradicionais no mercado madeireiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), por meio da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PROPES) e Diretoria de Pesquisa e Inovação (DPI) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa “Propriedades tecnológicas da espécie *Peltogyne confertiflora* (Mart. ex Hayne) Benth.” referente ao edital 036/2017. A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa de iniciação científica à discente Angela Neinha Campos. Ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (INDEA), por meio dos técnicos do posto fiscal do distrito industrial de Cuiabá pela doação do material lenhoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. F. A. M.; DEL MENEZZI, C. H.; SILVA, T. C. Uso da avaliação não destrutiva em vigotas de angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke). **Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 03, n. 02, p. 128-143, novembro de 2012.

ALMEIDA, D. H. Estimativa de propriedades de resistência e de rigidez de madeiras tropicais brasileiras pela técnica de colorimetria. **Tese de doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos. 100pag. 2017.

ALVES, R. C. Qualificação dos ensaios não destrutivos para estimar as características físico-mecânicas da madeira. **Dissertação de mestrado**. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. 87pag. 2012.

ALVES, R. C.; CARRASCO, E. V. M. Estimativa das constantes de rigidez de madeiras tropicais ultra-duras orientadas nas três direções principais. **Revista Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1079. 2013.

ALVES, R. C.; OLIVEIRA, J. T.S.; MOTTA, J. P.; PAES, J. B. Elaboração de uma chave de identificação das principais madeiras comercializadas no estado do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013.

ALVES, R. C., PIZZOL, V. T.; CARRASCO, E. V. M. Estimativa do módulo de elasticidade das madeiras tropicais por meio do ultrassom. **II congresso latino-americano de estrutura de madeira**. CLEM+CIMAD. Buenos Aires, Argentina. 2017.

AZEVEDO, M. A.; NASCIMENTO, J. W. B. Estrutura de madeira para cobertura de aviários no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.385-390, 1999.

BARRETO, C. C. K.; PASTORE, T. C. M. Resistência ao intemperismo artificial de quatro madeiras tropicais: o efeito dos extrativos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 23-30, jan.-mar., 2009.

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies *Eucalyptus*. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out.-dez., 2010.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, n. 71, 2001.

CALDERON, C. M. A. O segmento moveleiro na região do Alto Juruá-AC: perfil e uso de tecnologias alternativas para a caracterização das principais espécies madeireiras. **Tese de doutorado** (PPG em Ciências Florestais). 174pag. Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2012.

CALVO, C.; DURÁN, L. Propiedades Físicas II – Ópticas y color. In: 122 CITED – Instituto Politécnico Nacional. **Temas en Tecnología de alimentos**, v. 1. Mexico, Ed: José Miguel Aguilera, v. 1, 1997.

CANDIAN, M.; SALES, A. Aplicação das técnicas não destrutivas de ultra-som, vibração transversal e ondas de tensão para avaliação de madeira. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 83-98, out./dez. 2009.

CARRASCO, E. V. M., VARGAS, C.; SOUZA, M. F.; MANTILLA, J. N. R. Avaliação das características mecânicas da madeira por meio de excitação por impulso. **Revista Matéria**, Suplemento, 12p. 2017.

CARVALHO, J. S. Fadiga em peças de madeira para uso estrutural. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil. 82pag. 2017.

COELHO, M. U. Avaliação da Madeira de Mora paraensis (pracuúba) para Utilização em Cruzetas de Redes de Distribuição de Energia Elétrica. **Monografia de graduação**. Departamento de engenharia florestal – UnB. 64p. 2014.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. “Maderas: selección y colección de muestras”. In: COPANT, Caracas-Venezuela, **COPANT - 458**. 1972a.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. “Maderas: acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos”. In: COPANT, Caracas-Venezuela, **COPANT - 459**. 1972b.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. “Maderas: método de determinación del peso específico aparente”. In: COPANT, Caracas-Venezuela, **COPANT – 461**. 1972c.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. “Maderas: método de determinación de la contracción”. In: COPANT, Caracas-Venezuela, **COPANT – 462**. 1972d.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas. “Maderas: método de determinación de la flexión estática”. In: COPANT 555, Caracas-Venezuela, **COPANT 30:1-006**. 1972e.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382P, 2006.

DOS ANJOS, F. P. Efeitos da Termorreificação nas Propriedades Físicas de Três Espécies Madeireiras da Amazônia. 66f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais - Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas)** – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

EVANS, J. L. W., SENFT, J. F., GREEN, D. W. “Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones”. In: **Forest Products Journal**, v.50, n.7/8, 75-87 p. 2000.

GONÇALEZ, J. C. Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la forêt Amazonienne: anatomie, chimie, couleur, propriétés physiques et mécaniques. Nancy, 1993. 445 f. **Thèse (Doctorat en Sciences Forestières)** - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, France, 1993.

GONÇALEZ, J. C.; GONÇALVES, D. M. Valorização de duas espécies de madeira *Cedrelinga catenaeformis* e *Enterolobium shomburgkii* para a indústria madeireira. **Revista Brasil Florestal**, Nº 70, junho de 2001.

GORNIK, E.; MATOS, J. L. M. Métodos Não Destrutivos para Determinação e Avaliação de Propriedades da Madeira. ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA EM ESTRUTURA DE MADEIRA, 7., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2000.

HAMINIUK, C. W. I. Estudo do comportamento reológico e colorimétrico de misturas ternárias e sistemas pécticos de polpas de morango, amora-preta e framboesa. **Tese (PPG tecnologia de Alimentos)**. 147pag. Universidade Federal do Paraná – Curitiba-PR. 2007.

HELLMEISTER, J. C. Madeira e suas características. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, São Carlos, 1983. **Anais**. São Carlos: USP, EESC, SET, LaMEM, 1983. v.1. p. 37-42.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. São Paulo. 57p. 2003.

LORENZI, HARRI. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol 2, 3º edição, Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2009.

MARQUES, M. H. B. Agrupamento de 41 espécies de madeiras da Amazônia para secagem baseado em características anatômicas e físicas. **Tese de Doutorado em Ciências Florestais**, Universidade de Brasília, 141p, 2008.

MARQUES, S. S., OLIVEIRA, J. T. S., PAES, J. B., ALVES, E. S., SILVA, A. G., FIEDLER, N. C. Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* LAM.) nativa e de reflorestamento. In: **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, 373-380, 2012.

MELO, J. E.; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6, Campos do Jordão. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, v.3, p.695-699, 1990.

MORALES, E. A. M. Técnicas de propagação de ondas na estimativa de propriedades mecânicas de painéis OSB. **Tese (Doutorado)**. Interunidades Ciência e Engenharia de Materiais, da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2006.

MORESCHI, J. C. **Propriedades Tecnológicas da Madeira** – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2005.

NASCIMENTO, C. C.; GARCIA, J. N.; DIÁZ, M. D. P. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. **Revista Madera y Bosques** 3(1), 1997:33-52.

OIMT- **Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Reseña bienal y evaluación de la situación mundial de las maderas 2013-2014**. Yokohama, Japón. OIMT. 223p. 2015.

OLIVEIRA, J. T. S. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. **Tese de Doutorado em Engenharia Civil**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 429p. 1998.

REIS, P. C. M. R. Análise estrutural e propriedades tecnológicas da madeira de espécies da Amazônia. **Tese de Doutorado em Ciência Florestal**, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 94p. 2017.

RIBEIRO, E. S. Comercialização de madeira serrada de florestas naturais em Mato Grosso: Um diagnóstico do setor de base florestal. **Dissertação de Mestrado** em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Engenharia Florestal, FENF/UFMT. 116pag. 2013.

RIBEIRO, E. S. Propriedades Tecnológicas de Vinte Espécies de Madeiras Tropicais Comercializadas Pelo Estado de Mato Grosso. **Tese de Doutorado** em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.TD 073-2017. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 183p. 2017.

RODRIGUES, D. A.; SILVEIRA, A. P.; CASTELLO, P. A. R. Determinação de Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira de Cinco Espécies Madeireiras da Amazônia Meridional. **Scientific Electronic Archives** (7): 52 - 58, 2014.

SCANAVACA, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis** n.65, p. 10-129, jun. 2004.

SHIMOYAMA, V. R. S. Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo de emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado. **Tese (Doutorado em Ciências Florestais)** 151 pag. - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SILVA, F. A. Z., AZEVEDO, C. A.V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, 71-78. 2002.

VARELA, J. J. Caracterização de polpas de minerais de indústrias através do equipamento Colorcell visando o controle da qualidade do produto. **Dissertação (PPG em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais)** 160pag. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS. 2002.

TARGA, L. A.; BALLARIN, A. W.; BIAGGIONI, M. A. M. Avaliação do módulo de elasticidade da madeira com uso de método não-destrutivo de vibração transversal. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p. 291-299, 2005.