

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

GRACIANE BIOLCHI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE *Parapiptadenia rigida*  
(Benth.) Brenan DE UM REMANESCENTE FLORESTAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2018

GRACIANE BIOLCHI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE *Parapiptadenia rigida*  
(Benth.) Brenan DE UM REMANESCENTE FLORESTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal – Tecnologia da Madeira.

Orientador: Prof. Ms. Douglas Edson Carvalho

DOIS VIZINHOS

2018



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Dois Vizinhos  
Curso de Engenharia Florestal



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

Título

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE Parapiptadenia rigida (Benth.)  
Brenan DE UM REMANESCENTE FLORESTAL**

por

**Graciane Biolchi**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 19 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Ms. Douglas Edson Carvalho**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Claudio Thomas**  
Membro titular (UTFPR)

---

**Profa. Dra. Flavia Alves Pereira**  
Membro titular (UTFPR)

---

**Prof. Dr. Marcos Aurelio Mathias de Souza**  
Membro titular (UTFPR)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, sou grata, pela minha vida e toda sabedoria concedida por meio da sua palavra e presença viva.

Aos professores do grupo de Manejo Florestal pela disposição do material a partir do Projeto de Manejo para Reestruturação do Remanescente Florestal, realizado pelo departamento e colaboradores da Embrapa Florestas.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas oportunidades e disponibilidade do laboratório da madeira e equipamentos.

Ao professor orientador Ms. Douglas Edson Carvalho pelo apoio à ideia, paciência, ensinamentos e disposição.

Aos professores envolvidos nas mais diversas etapas para realização deste trabalho.

Aos servidores do departamento de serviços gerais que direta ou indiretamente participaram da execução deste trabalho.

As minha colegas de turma pelo convívio.

Ao meu presente de Deus, Bruna Thompson pelo suporte nas maiores dificuldades, incentivo, companheirismo, motivação, paciência e amor.

Aos meus pais, pelo apoio, incentivo e por nunca me deixarem desistir.

Ao meu namorado Welynton Brun, pela paciência em todos os momentos, apoio nas dificuldades, inspiração de alegria, calma e dedicação. Grata por tudo que tens feito por mim para minha formação e realização deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos que participaram da coleta do material.

A todos que de forma direta ou indireta ajudaram a tornar possível mais esta conquista.

Obrigada.

## RESUMO

BIOLCHI, Graciane. **Caracterização física da madeira de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan de um remanescente florestal**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

Diante da carência de conhecimentos científicos quanto as propriedades de espécies nativas madeireiras, em vista do grande potencial de usinagem, quanto a estabilidade da madeira, por exemplo no desenvolvimento de produtos de qualidade, o objetivo deste trabalho foi investigar as características físicas da madeira de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho) de um remanescente florestal no sudoeste do Paraná. Foram utilizados 5 indivíduos coletados em uma área de remanescente florestal nativo, de estágio secundário, localizada no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no município de Dois Vizinhos, Paraná. Foram retirados discos para leitura dos anéis de crescimento e determinação da idade média. Também retirou-se três discos de cada indivíduo, nas posições da (base, DAP e topo) para determinação da massa específica básica. As toras foram classificadas quanto ao diâmetro médio, dando origem a duas classes diamétricas, sendo: Classe I > 19,0 cm e Classe II < 19,0 cm para determinação da conicidade. A partir da confecção de corpos de prova foram avaliadas as propriedades físicas de teor de umidade máximo e variação dimensional nas direções tangencial, radial e longitudinal, em duas regiões da madeira: próxima da medula e próxima da casca. A idade encontrada para o indivíduo de *P. rigida* foi de 26 anos com um valor aproximado do incremento médio anual em diâmetro de 0,93 cm. Quanto a conicidade a Classe II apresentou uma média de 1,33 cm/m, conicidade menor que a Classe I, média de 1,83 cm/m, sem diferença significativa pelo Teste t pareado, classificadas de acordo com as Normas IBDF de forma superior e/ou classe I. O resultado obtido de massa específica básica média para a madeira de *P. rigida* foi de 0,719 g/cm<sup>3</sup> assim sendo considerada uma madeira média à pesada. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as médias de massa específica básica nas três posições do fuste. Quanto ao teor de umidade máximo possível de ser encontrado na madeira, para as duas regiões do tronco não houve diferença significativa entre as médias segundo Teste t pareado. Para a madeira mais próxima da medula a máxima foi de 64,45% e para a madeira mais próxima da casca 61,44%. A média para os coeficientes de retração tangencial, radial e longitudinal foram, respectivamente, 8,10%, 6,20% e 0,22%. Os valores de retração e inchamento no sentido tangencial diferiram estatisticamente entre as duas regiões, sendo a porção próxima da medula com  $\epsilon_r=7,26\%$  e  $\epsilon_i=7,86\%$ , menor variação em relação à porção próxima da casca com  $\epsilon_r= 8,94\%$  e  $\epsilon_i= 9,82\%$ . A madeira de *P. rigida* apresentou coeficiente de variação volumétrico médio de 16,28%, considerando assim a madeira referente a este fator, como regular. O valor médio para o fator anisotrópico encontrado para *P. rigida* foi de 1,31 considerada estável dimensionalmente.

Palavras-chave: Angico-vermelho. Ensaios físicos. Massa específica básica. Variação dimensional. Conicidade.

## ABSTRACT

BIOLCHI, Graciane. **Physical characterization of the wood of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan of a forest remanescente.** 2018. 35 f. Completion Work Course II (Undergraduate in Forest Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

In view of the lack of nutrients, such as the properties of timber species, in view of the great potential of machining, regarding the stability of the wood, for example in the, the objective of this work was to investigate the physical characteristics of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-red) a forest remnant in southwestern Paraná. Five individuals were collected from an area of native forest remnant, of secondary stage, located on the campus of the Federal Technological University of Paraná, in the municipality of Dois Vizinhos, Paraná. Discs were taken to read the growth rings and determination of the mean age. Three discs of each individual were also removed at the (base, DAP and top) positions for determination of the base density. The logs were classified according to the mean diameter, giving rise to two diametric grades, being: Class I > 19.0 cm and Class II < 19.0 cm for conicity determination. The physical properties of maximum moisture content and dimensional variation in the tangential, radial and longitudinal directions were evaluated in two regions of the wood: near the marrow and close to the shell. The age found for the individual of *P. rigida* was 26 years with an approximate mean annual increment of 0.93 cm for that age. Regarding the conicity Class II presented a mean of 1.33 cm / m, taper smaller than Class I, average of 1.83 cm / m, without significant difference by the paired t Test, classified according to the IBDF superior and / or class I. The result obtained of average basic density for the wood of *P. rigida* was of 0.719 g /cm<sup>3</sup> so being considered a medium-heavy wood. The results showed that there was no significant difference between the means of density in the three positions of the shaft. As for the maximum moisture content possible to be found in the wood, for the two regions of the trunk there was no significant difference between the means according to paired t-test. For the wood closest to the bone marrow the maximum was 64.45% and for the wood closest to the bark 61.44%. The average for the tangential, radial and longitudinal retraction coefficients were, respectively, 8.10%, 6.20% and 0.22%. The values of retraction and swelling in the tangential direction differed statistically between the two regions, with the proximal portion of the medulla with  $\epsilon_r = 7.26\%$  and  $\epsilon_i = 7.86\%$ , smaller variation in relation to the close portion of the shell with  $\epsilon_r = 8.94\%$  and  $\gamma_i = 9.82\%$ . The wood of *P. rigida* had a mean volumetric coefficient of variation of 16.28%, thus considering the wood referring to this factor, as regular. The mean value for the anisotropic factor found for *P. rigida* was 1.31 and considered to be dimensionally stable.

Keywords: Angico-red. Physical tests. Basic specific mass. Dimensional variation. Conicity

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>7</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	7
3.2 QUALIDADE DAS TORAS .....	8
3.3 ANÁLISE DE TRONCO COMPLETA .....	8
3.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA.....	9
3.4.1 Massa específica.....	9
3.4.2 Teor de umidade da madeira .....	10
3.4.3 Variação Dimensional.....	11
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA.....	13
4.2 DETERMINAÇÃO DA IDADE E INCREMENTO EM DIÂMETRO .....	14
4.3 SELEÇÃO DAS ÁRVORES E TORAS .....	15
4.4 QUALIDADE DAS TORAS .....	17
4.5 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE <i>P. rigida</i> .....	18
4.5.1 Massa específica básica .....	18
4.5.2 Teor máximo de umidade da madeira.....	20
4.5.3 Variação dimensional .....	21
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>23</b>
5.1 IDADE DOS INDIVÍDUOS.....	23
5.2 CONICIDADE .....	23
5.3 PROPRIEDADES FÍSICAS .....	24
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em virtude da exploração tradicional intensa das espécies nativas atrelado a escassez de estudos científicos sobre as características da madeira, o mercado madeireiro tornou-se restrito ao uso de poucas espécies, comparado a grande diversidade das florestas. Para eliminar a exploração desordenada destas espécies destinadas ao uso da madeira maciça, pode-se introduzir no mercado madeiras colhidas de reflorestamentos ou a partir do manejo sustentável das florestas nativas.

A madeira possui propriedades variadas, em sua coloração, textura, dureza, que as diferem e a tornam muito atraente frente a outros materiais utilizados na confecção de móveis, objetivos de arte e construção civil, por exemplo.

A grande diversidade de espécies abre uma variedade de possibilidades para sua utilização e aplicação, como matéria prima nobre de melhor aspecto e mais estáveis, com alto valor de mercado, portas, janelas, dormentes, construção civil e naval, pisos, peças de decoração e acabamento, entre outras (GONZAGA, 2006).

Entretanto o mercado enfrenta problemas com a heterogeneidade das diversas espécies madeireiras, bem como sua variação com a umidade do ambiente e variação dimensional, estes fatores dificultam a padronização da matéria prima que influenciam na qualidade dos produtos (OLIVEIRA, 2015).

O estudo das propriedades físicas da madeira se faz necessário para aumentar o conhecimento a respeito do seu potencial de utilização, adequando seu uso, e ainda como alternativa para aumento da variedade no maior número de espécies madeireiras (BRAZ, et al. 2013).

Apesar da grande diversidade de espécies madeireiras nativas brasileiras, a carência de conhecimento científicos sobre seu comportamento, crescimento e suas as propriedades, torna difícil o aumento da área florestada para uso de novas espécies e então substituição de uma espécie já conhecida e utilizada no mercado (TONINI, OLIVEIRA JUNIOR e SCHWENGBER, 2008). Neste sentido, a realização de novas pesquisas é um dos caminhos para a utilização racional e variado das espécies florestais brasileiras, atrelado a divulgação do papel fundamental desta para a sociedade em geral (GONZAGA, 2006).

Apesar de existirem estudos sobre importantes espécies nativas em plantios comerciais, não há muitos trabalhos sobre estudo da madeira de *Parapiptadenia rigida*



(Benth.) Brenan (angico-vermelho), que por possuir um grande potencial madeireiro e se desenvolver muito bem em grande parte do Brasil, tem se destacado nos últimos anos, principalmente por seu amplo uso na construção civil, carpintaria e marcenaria (LORENZI, 2008).

Portanto, a necessidade dos estudos de caracterização física de espécies já utilizadas, com maior conhecimento específico para geração de produtos de qualidade, justifica a pesquisa da madeira de angico-vermelho, devido também à sua vasta distribuição e ainda, por ser uma madeira alternativa para substituir outras espécies de madeiras mais nobres, mas já de ocorrência rara (VALENTE, 2013), entre elas por exemplo, Pau-Brasil, Angelim e Cerejeira.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar as características físicas da madeira de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho) de um remanescente florestal no sudoeste do Paraná.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar fisicamente a madeira de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan de indivíduos do sudoeste do Paraná.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a conicidade das toras em duas classes diamétricas.

Determinar a idade e o incremento médio anual em diâmetro de um dos indivíduos da espécie pela análise de tronco completa.

Determinar a massa específica básica em diferentes posições do tronco (Base, diâmetro a altura do peito e topo).

Avaliar e comparar o teor de umidade máximo e a variação dimensional de peças oriundas de duas regiões da madeira: próxima da medula e próxima a casca.

Determinar o coeficiente de anisotropia para a espécie.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, pertence à família Fabaceae (Leguminosae), nativa do Brasil de nome popular, angico-vermelho, espécie pioneira agressiva ideal para recuperação de áreas degradadas de preservação permanente, polinizada por pequenas abelhas, sua casca é rica em tanino e sua madeira é dura e pesada, de até 750 a 1000 Kg/m<sup>3</sup> (BACKES, 2009).

*P. rigida* possui alburno de cor branco-amarelado e cerne castanho-avermelhado, sem odor característico, a madeira apresenta figura suave resultante do entrelaçamento da grã, com anéis de crescimento distintos (MUÑIZ e MARCHIORI, 2009).

Carvalho (2002), descreve a espécie como arvoreta a árvore geralmente com 4 a 20 m de altura e 40 a 70 cm de DAP (diâmetro a altura do peito), que na idade adulta pode atingir até 35 m de altura e 140 cm de DAP, possui tronco cilíndrico, raramente reto e comumente um pouco inclinado, “a qual, com o passar dos anos, corrige-se naturalmente” (EMBRAPA, 1988), com fuste curto quando isolado e médio (5 a 8 m) ou longo (até 13 m de comprimento) na floresta primária.

Produz madeira de excelente qualidade, com massa específica básica de 0,85 g/cm<sup>3</sup>, bastante dura, muito resistente e de grande durabilidade sob condições naturais, por essas características, é utilizada em obras hidráulicas e expostas, como postes, estacas e dormentes (LORENZI, 2008). Segundo o autor, sua casca é rica em tanino e suas flores são melíferas e além das utilidades mencionadas, o angico-vermelho possui características ornamentais que a recomendam para o paisagismo em geral.

Para Gonzaga (2006) o angico-vermelho é uma espécie classificada comercialmente como madeira de lei, sua madeira é muito durável e resistente ao apodrecimento, visualmente a madeira apresenta faixas de diferentes tonalidades que se entrecruzam.

*P. rigida* está representada na flora dos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a espécie também ocorre na Argentina, Uruguai e Paraguai (LIMA & LIMA, 1984). “Resiste ao frio, adapta-se bem a solos rasos, de

substrato basalto, sendo por isso frequente nas encostas dos vales” (EMBRAPA, 1988).

### 3.2 QUALIDADE DAS TORAS

Na obtenção de matéria prima de qualidade, como madeira serrada, deve-se observar os diversos fatores envolvidos, onde as toras precisam ter um diâmetro mínimo e os fustes longos e retos (REMADE, 2001). Altos valores de conicidade irão afetar a produtividade e rendimento final da madeira serrada, pois será necessário retirar costaneiras com maiores espessuras para se formar um bloco central (MININI, 2015). Características das toras de tortuosidade e formato irregular levam a grande produção de resíduos, e por consequência, perda no rendimento, bem como, medula excêntrica, grande quantidade de nós, conicidade e bifurcação (ROCHA, 2001, apud NASSUR, 2013).

Algumas madeiras nativas têm como característica defeitos no seu próprio desenvolvimento, e estes, tanto podem ser de fatores genéticos ou por fatores do ambiente externo (NASSUR, 2013).

A conicidade se caracteriza pela diminuição do diâmetro da base para a copa da árvore (GROSSER, 1980 apud SCANAVACA e GARCIA, 2003). O autor ainda cita que os valores de conicidade acima de 1 cm/m influenciam no desempenho de rendimento para madeiras serradas. Consoante a Norma para Medição e Classificação de Toras Madeiras Folhosas (IBDF, 1984) as toras quanto ao critério de conicidade são classificadas como: Superior < 3 cm/m; Classe I < 3 cm/m e Classe II < 8 cm/m.

### 3.3 ANÁLISE DE TRONCO COMPLETA

A análise mais direta e precisa para estudar o desenvolvimento de uma árvore, determinando o seu crescimento e os diferentes fatores envolvidos, é realizando uma análise de tronco (PRODAN et al., 1997).

Segundo Finger et al. (2002) as características de diâmetro, altura e volume de uma árvore, e o tempo que ela levou para chegar até determinada dimensão (idade), podem ser conhecidos através da análise de tronco, que permite entender o

crescimento passada do indivíduo em diversas posições ao longo do seu fuste, através da medição dos anéis de crescimento.

Esses anéis de crescimento são conseqüentemente resultantes da atividade cambial da árvore em dois períodos: a vegetativa e a relativa ao repouso fisiológico da espécie, chamados tecidos do lenho inicial e lenho tardio, e portanto, a contagem dos anéis de crescimento realizada na base do tronco indicará com maior precisão a idade do indivíduo observado (ENSINAS, SILDA e PINTO, 2005).

Este estudo pode ser desenvolvido com a retirada de discos ao longo do tronco principal das árvores, para posterior leitura dos anéis de crescimento de forma manual, e então proceder com cálculos do incremento de madeira durante o passar dos anos (MACHADO et al, 2015).

### 3.4 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

Para produção e posterior uso de produtos de qualidade oriundos da madeira processada mecanicamente é de grande importância o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira, que estão relacionados com o possível potencial em diversos usos (MARCHESAN, 2016).

Oliveira (2015) comenta que a grande diversidade das espécies madeireiras e a heterogeneidade em suas propriedades de variação dimensional da madeira referente à umidade do ambiente, dificultam a padronização dos produtos que influenciam na qualidade.

A madeira é um material heterogêneo, que apresenta grande variação em suas características e propriedades, neste sentido se faz necessário o estudo para aumentar o conhecimento a respeito do seu potencial de utilização e qualidade no uso adequado e ainda como substituição a outras madeiras (BRAZ et al, 2013).

#### 3.4.1 Massa específica

A massa específica básica está intimamente relacionada com as demais propriedades da madeira, desta forma mostrando-se ser o principal ponto de partida para estudo deste material, e um dos mais importantes parâmetros de avaliação quanto o seu desempenho (MENDOZA; BORGES e SILVA, 2015).

Como citado por Martins (2008) a massa específica básica da madeira é conhecida como a massa contida em uma unidade de volume, podendo ser determinada como a relação da massa absolutamente seca pelo seu volume verde ou saturado.

Lopes et al. (2011, p. 31) afirma que “a massa específica básica da madeira constitui-se em um parâmetro relacionado com a variação dimensional, resistência mecânica e qualidade da superfície usinada”, e isso possui grande importância na sua trabalhabilidade e empregabilidade na confecção de pisos de madeira.

Rezende; Saglietti e Guerrini (1995, p. 02) comentam que dentre as propriedades que tem relação importante com a massa específica básica, está o teor de umidade por consequência das variações de massa e de volume e neste sentido “é necessário também o conhecimento da retração e expansão volumétrica da madeira”.

A avaliação da massa específica da madeira é uma das propriedades que apresenta diferença em função da espécie, variedade, povoamento, sítio, silvicultura, idade, árvore, e até mesmo do local de amostragem dentro do tronco, evidenciando a quantidade de informações em torno do tema, e a dificuldade de padronização de normas para uso desta matéria prima (REZENDE; SAGLIETTI; GUERRINI, 1995).

Brown, Panshin e Forsaith (1949, p. 250) citam alguns padrões de variação da massa específica básica da madeira no sentido longitudinal, dados por:

1. Aumenta até que uma certa altura seja atingida, e decresce até o topo da árvore.
2. Aumento gradual até o topo. Algumas vezes, pode decrescer levemente nas partes superiores;
3. Crescente da base para o topo, não obedecendo a um padrão uniforme de variação.

### 3.4.2 Teor de umidade da madeira

A determinação do teor de umidade da madeira é de extrema importância para o seu desempenho e utilização, está relacionada com a massa específica, portanto também, implica em seu processamento, uma vez que na secagem as peças com maiores gradientes de umidade, tendem a apresentar defeitos, como o fendilhamento e o empenamento (OLIVEIRA; HELLMEISTER; TOMAZELLO FILHO, 2005).

Segundo a Forest Products Laboratory (1999, tradução nossa), muitas propriedades físicas e mecânicas da madeira dependem do seu teor de umidade, podendo ser definido como a massa de água contida na madeira em relação à sua massa seca, geralmente expressa em porcentagem, entre as mais diversas espécies, a madeira verde pode variar de 30% para mais de 200% em seu teor de água.

A madeira como material higroscópico apresenta contração quando o seu teor de umidade do ponto de saturação das fibras (PSF) é reduzido até à condição absolutamente seca, esta contração e expansão “são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade” (OLIVEIRA & SILVA, p. 382, 2003).

### 3.4.3 Variação Dimensional

Devido a sua característica anisotrópica, a madeira apresenta diferença nas mudanças dimensionais ao longo das três direções estruturais, ela encolhe ou incha na direção tangencial, aproximadamente, duas vezes mais do que na direção radial, cerca de metade deste valor no sentido radial e apenas ligeiramente ao sentido longitudinal (Forest Products Laboratory, 1999, tradução nossa).

O fator de anisotropia, é conhecido como a relação entre a contração tangencial e radial da madeira, ele varia de 1,5 a 2,5, e é estabelecido como um índice importante para o estudo das características da madeira (OLIVEIRA & SILVA, 2003). Os autores ainda relatam que quanto maior for esta relação, representa maior propensão a ocorrer fendilhamento e empenamento da madeira, portanto como fator de reconhecimento da estabilidade dimensional, quanto menor a taxa T/R, mais estável é a madeira.

A estabilidade dimensional da madeira sofre influência do teor de umidade, o intervalo de 0% até o ponto de saturação das fibras (PSF) é conhecido como intervalo higroscópico, ao aumentar o teor de umidade as dimensões da madeira aumentam (inchamento) e ao diminuir o teor de umidade as dimensões diminuem (retração) (LOGSDON, 1998).

“No sentido tangencial, a contração é, em geral, de 1,5 a 2 vezes mais intensa que no sentido radial” (MOREIRA, 1999, p. 14). O autor ainda cita que, na madeira juvenil, a contração é maior próxima à medula e diminui no sentido medula casca,

região que apresenta maior massa específica, devido a maior quantidade de madeira por unidade de volume.

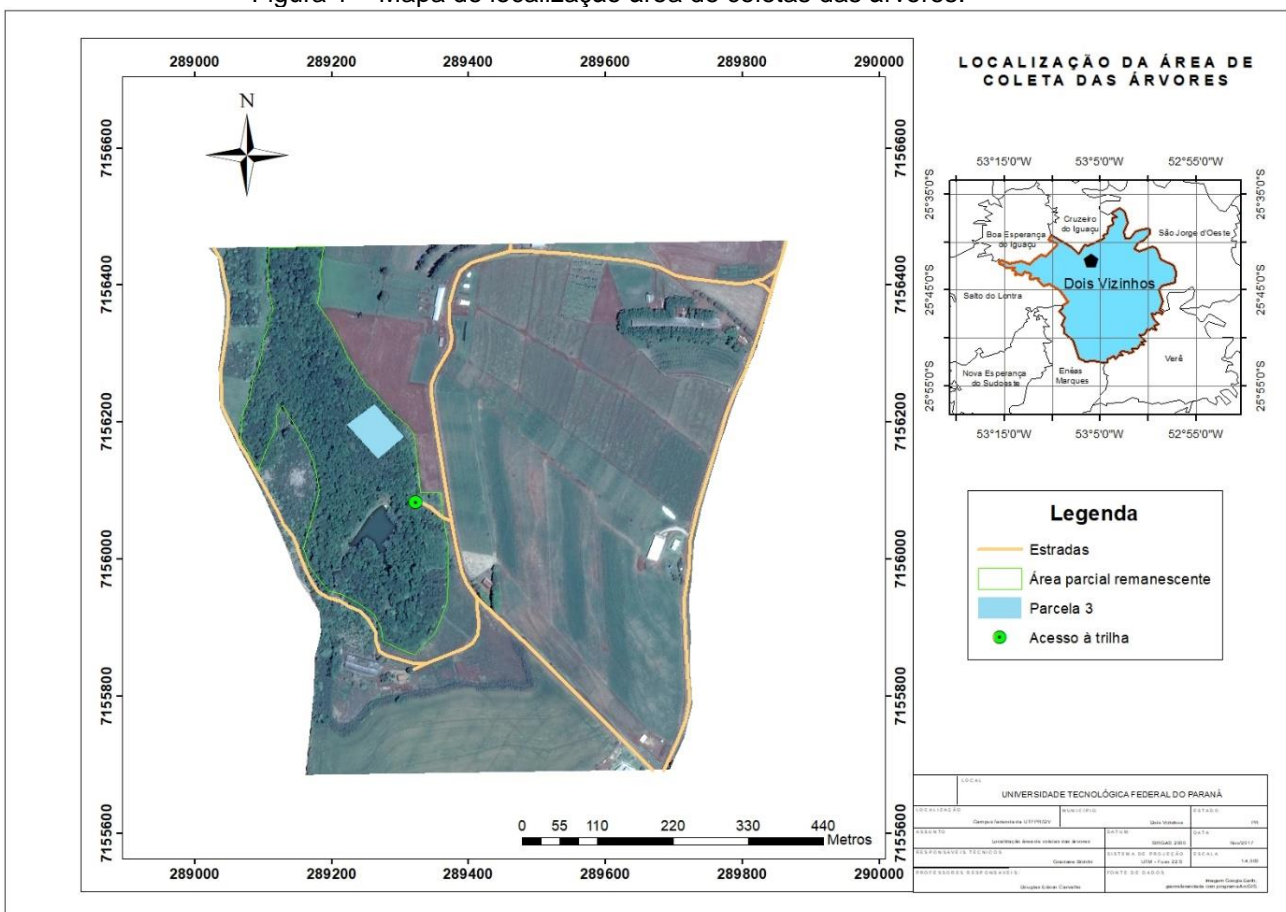


## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA

As árvores utilizadas neste trabalho foram coletadas em uma área de remanescente florestal nativo, de estágio secundário, localizada no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no município de Dois Vizinhos, Paraná, Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização área de coletas das árvores.



Fonte: autora, (2017).

A área está localizada entre as coordenadas  $25^{\circ}41'49.18''$  de latitude sul e  $53^{\circ}06'00.61''$  de longitude oeste, com altitude de 510 m ao nível do mar (Google Earth, 2017). O clima da região de Dois Vizinhos, segundo a classificação de Köppen é Cfa subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, apresenta temperatura média anual de  $18^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  C e precipitação média anual entre 1900 e 2200 mm (ALVARES et al., 2013).

Conforme Embrapa (2006, p.74), o solo predominante da região, é o Latossolo Vermelho Distroférico típico de textura argilosa, com coloração vermelha acentuada, em função dos altos teores de óxidos de ferro.

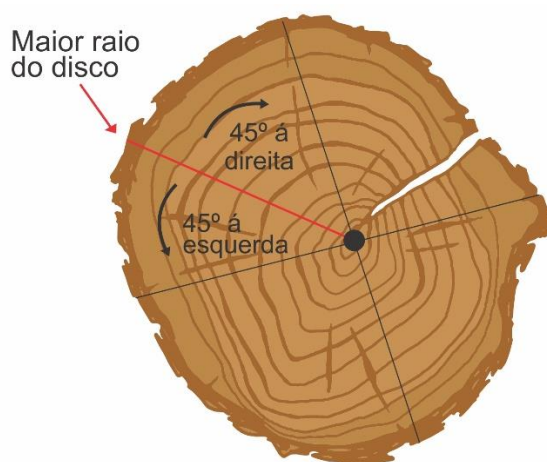
A vegetação da região é considerada como um ecótono, ou seja, região de transição entre duas tipologias florestais: Floresta Ombrófila Mista, com maior predominância e marcada relevância fisionômica da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e Floresta Estacional Semi-Decidual (RODERJAN, 2002).

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DA IDADE E INCREMENTO EM DIÂMETRO

Com o corte dos 5 indivíduos, foi selecionada uma árvore para realizar a contagem dos anéis de crescimento e determinar sua idade. A partir da retirada de um disco na posição 0,10 m (base), este foi seco em temperatura ambiente, aplainado e lixado, em uma das faces, para facilitar a visualização dos anéis de crescimento.

Em seguida realizou-se a contagem dos anéis de crescimento a partir da metodologia de Barusso (1977), que consiste em traçar quatro raios em cada disco, (Figura 2), onde o primeiro e segundo raios foram traçados a partir de 45° a direita e a esquerda do maior raio do disco, nos quais mediram-se a larguras de cada anel de crescimento, com régua milimétrica, (Figura 3), (FINGER 1992; FINGER et al. 2002; MACHADO et al. 2015).

Figura 2 – a) Esquema de marcação dos raios nos discos de madeira para contagem dos anéis de crescimento.



Fonte: autora, (2018).

Figura 3 – a) Preparação dos discos de madeira; b) Demarcação para leitura dos anéis de crescimento.



Fonte: autora, (2018).

A partir do conhecimento dos anéis em cada ano, foi possível expressar o valor do incremento ou crescimento médio anual (IMAd) em diâmetro. Foi obtida pela divisão da grandeza atual da variável considerada (diâmetro) pela idade (ENSINAS, SILVA e PINTO, 2005).

$$\text{IMAd} = Y_t / t_0 \quad (1)$$

onde:

IMAd = incremento médio anual em diâmetro (cm/ano);

$t_0$  = idade (anos);

$Y_t$  = variável diâmetro (cm).

#### 4.3 SELEÇÃO DAS ÁRVORES E TORAS

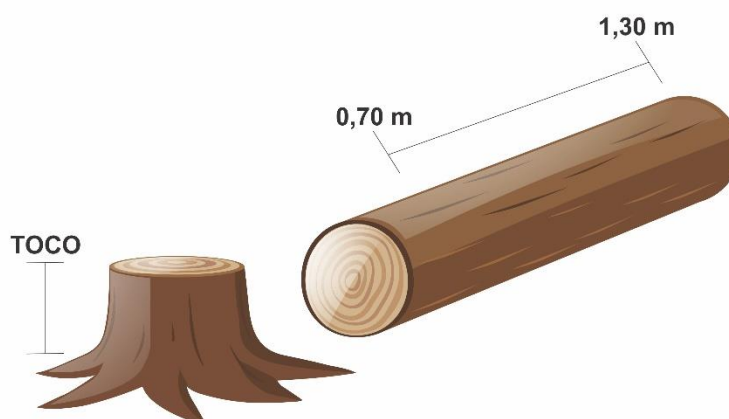
Para caracterização física da madeira, as árvores de *P. rigida* foram extraídas de uma parcela de 30 m x 80 m (2.400 m<sup>2</sup>), determinada a partir do Projeto de Manejo para Reestruturação do Remanescente Florestal, realizado pelo departamento de Manejo Florestal e colaboradores da Embrapa Florestas.

Foram retiradas 5 árvores, já codificadas, que apresentavam respectivamente, diâmetro a altura do peito de: 24 cm; 22,7 cm; 21,0 cm; 18,62 cm; 16,55 cm.

Após o corte das árvores, retirou-se três discos de cada, nas posições da (base, DAP e topo) com aproximadamente 2,5 cm de espessura, para determinação da massa específica básica. A base fica em torno de 10 cm no solo, o DAP, diâmetro a altura do peito à 1,30 m e o topo, considerado antes da primeira bifurcação do indivíduo. Em seguida, foi realizado o traçamento das toras, que consistiu em separar estas da parte superior da copa da árvore e da base do tronco.

A partir das toras traçadas, foram utilizadas aquelas entre a posição 0,70 m a 1,30 m, (Figura 4).

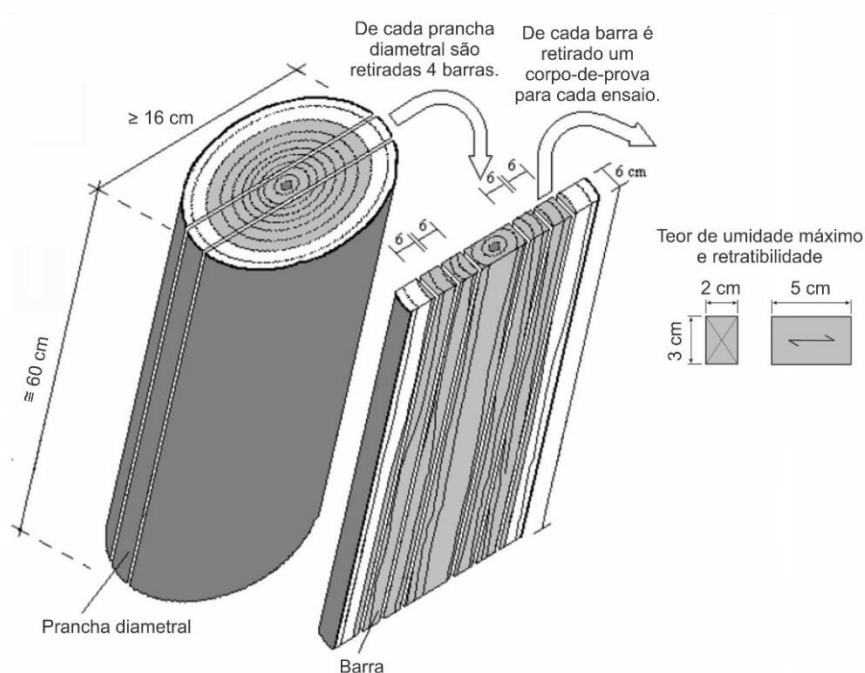
Figura 4 – Esquema de retirada das toras inferiores.



Fonte: autora, (2018).

Posteriormente desdobradas em pranchas de larguras variadas, e destas em barras, 6 cm x 6 cm e comprimento variado de acordo com a tora (Figura 5). As barras foram aplainadas nas dimensões de 3 cm x 2 cm para a confecção dos corpos de provas, que foram levados para o Laboratório de Tecnologia da Madeira do campus a fim de determinar o teor de umidade máximo e a variação dimensional da madeira.

Figura 5 – Esquema de retirada e dimensões dos corpos-de-prova.



Fonte: Logsdon, 2008 (modificado pela autora).

No total, a partir das pranchas foram confeccionados 56 corpos de prova, para os testes físicos de teor de umidade máximo e variações dimensionais, de acordo com as diretrizes estabelecidas na NBR 7190 (ABNT, 1997).

#### 4.4 QUALIDADE DAS TORAS

A partir do corte dos 5 indivíduos, obtiveram-se toras de 1,0 m a 2,0 m de comprimento, com diâmetros variando de 14 cm até 24 cm, conforme (Figura 6).

Figura 6 – Toras abatidas dos 5 indivíduos de *Parapiptadenia rigida* para confecção dos corpos de prova.



Fonte: autora, (2018).

As toras avaliadas foram classificadas quanto ao diâmetro médio, dando origem a duas classes diamétricas, sendo: Classe I > 19,0 cm e Classe II < 19,0 cm, para posterior definição da conicidade (C), conforme a Norma para Medição e Classificação de Toras de Madeiras de Folhosas (IBDF, 1984).

A conicidade, definida como a taxa de variação do diâmetro ao longo do comprimento, foi avaliada pela seguinte equação 2:

$$C = \frac{\frac{d_1+d_2}{2} - \frac{d_3+d_4}{2}}{L_v} \quad (2)$$

onde:

C = Conicidade (cm/m);

d1 e d2 = diâmetros cruzados da extremidade mais grossa da tora (cm);

d3 e d4 = diâmetros cruzados da extremidade mais fina da tora (cm);

Lv = comprimento da tora (m).

#### 4.5 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *P. RIGIDA*

##### 4.5.1 Massa específica básica

Os valores de massa específica básica foram determinados conforme Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 11941, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2003).

Foram utilizados 12 discos originados da seção transversal dos troncos de 4 árvores, nas posições (base, DAP, topo). Estes foram cortados em cunhas, selecionando duas cunhas por disco, verificando que estas estivessem isentas de defeitos como nós, rachaduras, entre outros, e assim, constituindo um total de 24 corpos de prova, conforme Figura 7.

Figura 7 – a) Separação dos discos de madeira de *Parapiptadenia rigida*; b) Marcação dos raios para corte das cunhas; c) Corte.



Fonte: autora, (2018).

As cunhas foram submergidas em água até estarem saturadas. Preparou-se um recipiente com água e determinou-se a massa deste, em gramas. Posteriormente as cunhas foram mergulhadas presas por uma haste, anotando a massa do recipiente com água e disco, conforme Figura 8.

Figura 8 – Pesagem das cunhas de *Parapiptadenia rigida* saturada sem água.



Fonte: autora, (2018).

Posteriormente as cunhas foram levadas a estufa para secagem (Temp. =  $105 \pm 2$ )°C até atingirem massa seca constante, registrando seu peso seco em gramas. Após a obtenção dos dados, foi calculada a massa específica básica da madeira de *P. rigida* por meio da equação 3:

$$d_b = \frac{m_3}{(m_2 - m_1)} \quad (3)$$

onde:

$d_b$  é a massa específica básica da madeira ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$m_3$  é a massa da amostra seca em estufa à  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  (g);

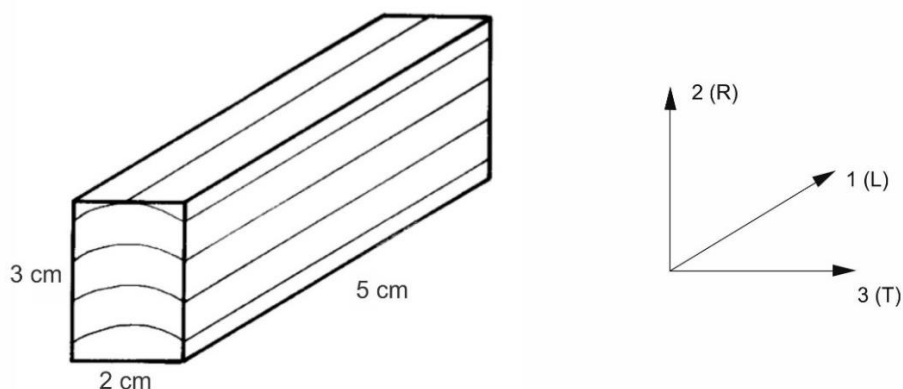
$m_2$  é a massa do recipiente com água e disco imerso (g);

$m_1$  é a massa do recipiente com água(g);

#### 4.5.2 Teor máximo de umidade da madeira

Os corpos de prova para os ensaios de teor de umidade máximo foram confeccionados com seção transversal retangular, de 2 cm x 3 cm por 5 cm de comprimento, como indicado na Figura 9, com um total de 32 corpos de prova confeccionados aleatoriamente a partir do lote de barras.

Figura 9 – Corpo-de-prova e sistema de orientação para determinação do teor de umidade e das propriedades de retração e inchamento.



Legenda: (R) sentido radial, (L) sentido longitudinal e (T) sentido tangencial.

Fonte: NBR 7190, (1997).

O procedimento inicial, de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997), foi saturar os corpos de prova para determinar a massa saturada ( $m_i$ ) do corpo de prova com exatidão de 0,01 g. Em seguida, os corpos de prova foram levados até a câmara de secagem, com temperatura máxima de  $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Durante a secagem a massa foi medida a cada 6 h, até que ocorreu uma variação, entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa medida. Esta massa foi considerada como a massa seca ( $m_s$ ), sendo assim o teor de umidade máximo foi determinado à base seca pela expressão 3:



$$TU = \frac{(m_i - m_s)}{m_s} * 100 \quad (4)$$

onde:

TU = Teor de umidade máximo (%)

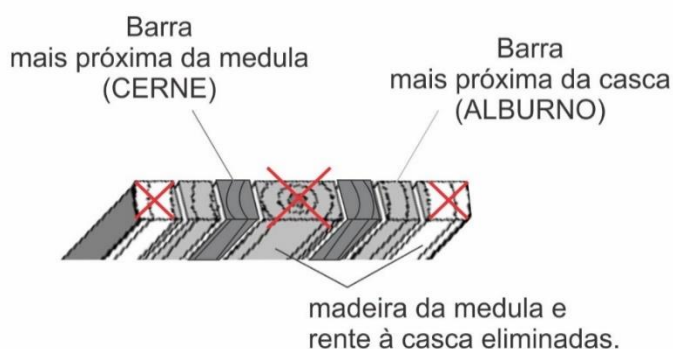
$m_i$  é a massa inicial da madeira(g);

$m_s$  é a massa da madeira seca (g).

#### 4.5.3 Variação dimensional

A determinação da variação dimensional foi realizada a partir de 24 corpos de prova, sendo 12 retirados da região próxima da medula e 12 da região próxima da casca, conforme ilustrado na figura 10.

Figura 10 – Representação do local de extração da madeira para confecção dos corpos de prova.



Fonte: autora, (2018).

Foi determinada a retração tangencial, a retração radial, a retração axial, o inchamento tangencial, o inchamento radial e o inchamento axial, e a partir destes a variação volumétrica e fator anisotrópico.

Os corpos de prova foram submetidos a saturação em água, até que a variação dimensional estivesse estabilizada. As medidas foram determinadas a partir de três medidas, realizadas com uso de um paquímetro.

Posteriormente para as medições do corpo de prova seco, estes foram levados até a câmara de secagem, com temperatura máxima de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Feito isso, mediu-se as distâncias, a partir de três medidas em cada lado do corpo de prova.

As deformações específicas de retração  $\epsilon_r$  e de inchamento  $\epsilon_i$ , para cada direção, foram determinados por meio da equação:

$$\epsilon_r = \left( \frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,sat}} \right) * 100 \quad (5)$$

$$\epsilon_i = \left( \frac{L_{1,sat} - L_{1,seca}}{L_{1,seca}} \right) * 100 \quad (6)$$

onde:

L lados;

L<sub>sat</sub>. = saturados em milímetros (mm);

e L<sub>seco</sub> = secagem a  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  em milímetros (mm).

A variação volumétrica foi determinada em função das dimensões do corpo de prova nos estados saturado e seco, sendo dada por:

$$\Delta V = \frac{V_{sat} - V_{seca}}{V_{seca}} * 100 \quad (7)$$

onde:

$$V_{sat} = L_{1,sat} * L_{2,sat} * L_{3,sat}; \quad (8)$$

$$V_{seca} = L_{1,seca} * L_{2,seca} * L_{3,seca}. \quad (9)$$

Por fim foi definido o coeficiente de anisotropia, dada como a razão entre a contração tangencial e contração radial.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para cada ensaio realizado, os resultados foram comparados com Teste t pareado.

Para a massa específica básica, como esta foi medida em três posições distintas, (base, DAP, topo), em 4 indivíduos diferentes, foram comparadas pela análise de variância (ANOVA), através do delineamento de blocos ao acaso.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 IDADE DOS INDIVÍDUOS

O indivíduo avaliado quanto a idade encontrava-se com diâmetro a altura do peito de 21,0 cm e altura comercial de 9,3 m. A partir da contagem dos anéis de crescimento na face transversal do disco a idade obtida foi de 26 anos.

A partir da contagem dos anéis de crescimento pode-se conhecer um valor aproximado do incremento médio anual para o indivíduo, de 24,3 cm em 26 anos, gerando um incremento médio anual em diâmetro de 0,93 cm.

Tonini, Oliveira Junior e Schwengber (2008) obtiveram resultados de incremento médio anual para um plantio de espécies amazônicas aos 9 anos de idade, em que a Andiroba (*Carapa guianensis*), com massa específica básica de 0,70 g/cm<sup>3</sup> apresentou um incremento de 11,7 cm, gerando um incremento em diâmetro de 1,3 cm, superior ao resultado do presente estudo. *P. rigida* apresentou um bom incremento levando em consideração a maior competição de uma floresta adensada à um plantio florestal.

### 5.2 CONICIDADE

Na Tabela 1 estão representados os resultados da conicidade, onde a Classe II, apresentou uma média de 1,33 cm/m, conicidade menor que a Classe I, média de 1,83 cm/m, sem diferença significativa pelo Teste t pareado. De acordo com as normas do IBDF (1984) que classifica as toras pelas suas características, são consideradas como de forma superior e/ou classe I conicidade igual ou inferior a 3 cm/m, toras com valor não superior a este são aceitas sem restrições.

Tabela 1 – Valores médios para defeito de conicidade de toras de *Parapiptadenia rigida* observados para duas classes diamétricas.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>CONICIDADE cm/m</b>
Classe I > 19,0 cm	1,83
Classe II < 19,0 cm	1,33

Fonte: autora (2018).

O crescimento das plantas é gradual, quando jovens têm a forma de um cone e com o passar dos anos sua forma tende a ser cilíndrica, ou seja, a conicidade diminui com a idade (SCANAVACA E GARCIA, 2003), além de outros fatores, como por exemplo sítio e competição. De acordo com Nassur (2013) essas considerações são importantes na realização do manejo florestal, no contexto das práticas de desbaste, ou de corte final.

Na obtenção de rendimento da madeira serrada, a conicidade é um importante fator, na diminuição de resíduos no momento do desdobro das toras, de acordo com estudo de três espécies tropicais realizado por Marchesan, (2012). Do ponto de vista de que os indivíduos estudados apresentaram valores dentro dos padrões de conicidade, estes com 26 anos podem ser considerados bons para corte.

Comparando os valores de conicidade de Mogno brasileiro, *Swietenia macrophylla*, estudados por Minini (2016), de 1,41 cm/m em indivíduos com 16 anos e estudo de Nassur (2013) de *Toona ciliata* com 18 anos e uma conicidade média de 1,6 cm/m, pode-se verificar assim que outras espécies se classificam na referida categoria. Ainda pode-se afirmar que a espécie de *P. rigida* apresenta bons resultados apesar de não obter manejo adequado, através dos valores semelhantes às de espécies manejadas.

Levando em consideração de que os indivíduos estudados não receberam práticas de manejo, e nenhuma outra intervenção, pode-se esperar que práticas adequadas e de seleção para a população nativas podem ser uma opção para reduzir a conicidade das árvores, tornando-se ainda mais apropriadas para utilização no mercado.

### 5.3 PROPRIEDADES FÍSICAS

#### **Massa específica básica**

O resultado obtido de massa específica básica média para a madeira de *P. rigida* foi de 0,719 g/cm<sup>3</sup>, assim sendo considerada uma madeira média à pesada, segundo a classificação proposta por Melo et al. (1990 apud NEVES et al. 2015) os quais agruparam as espécies madeireiras segundo a massa específica básica, como inferiores a 0,50 g/cm<sup>3</sup> consideradas madeiras leves, valores de 0,50 g/cm<sup>3</sup> a 0,72

g/cm<sup>3</sup> tratadas como madeiras de massa específica média e acima de 0,72 g/cm<sup>3</sup> são consideradas madeiras pesadas.

Através da análise variância (Tabela 2) verifica-se que não houve diferença significativa entre as médias de massa específica básica nas três posições do fuste.

Tabela 2 – Quadro da análise de variância.

	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr&gt;Fc</b>
<b>Tratamento</b>	2	0.0000597	0.0000298	0.223	0.80201
<b>Bloco</b>	3	0.0142921	0.0047640	35.662	0.00000
<b>Resíduo</b>	18	0,0024046	0.0001336		
<b>Total</b>	23	0.0167563			
CV = 1.61 %					

GL = Graus de liberdade; SQ = Soma dos quadrados; QM = Quadrado médio; Fc = F calculado e Pr>Fc = F tabulado.

Fonte: autora, (2018).

As médias para as diferentes posições no tronco de cada árvore analisada estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Massa específica básica em três posições do fuste de 4 indivíduos de *Parapiptadenia rigida*.

<b>ÁRVORE</b>	<b>BASE (g/cm<sup>3</sup>) *</b>	<b>DAP (g/cm<sup>3</sup>) *</b>	<b>TOPO (g/cm<sup>3</sup>) *</b>
<b>1</b>	0,705	0,713	0,725
<b>2</b>	0,746	0,736	0,739
<b>4</b>	0,669	0,683	0,685
<b>5</b>	0,742	0,728	0,741
<b>Médias</b>	0,719 a	0,716 a	0,719 a

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem, estatisticamente, pelo Teste t com significância de 5% (p<0,05).

Os valores absolutos das médias em cada posição mostraram uma tendência a diminuição da massa específica da base para o dap e um aumento do dap para o topo, sem diferença significativa. Esta mesma tendência foi encontrado por TRAUTENMÜLLER (2014) no seu experimento com *Alchornea triplinervia*. PALERMO et al., (2003 apud TRAUTENMÜLLER, 2014) explica que o aumento nesta posição, tem relação com a formação dos galhos próximos da copa das árvores, já que, nesta região, encontram-se alterações na constituição anatômica da madeira, induzindo o aumento da massa específica básica

No trabalho de Perreira et al. (2014) verifica-se uma queda da massa específica básica com o aumento da altura do tronco, citado como um dos padrões gerais para as folhosas, de acordo com (BROWN, PANSHIN E FORSAITH, 1949) diferente dos valores absolutos encontrados neste trabalho.

Analisando os valores individuais de cada árvore, é possível observar uma diferença nos valores em função da posição longitudinal em cada indivíduo. Estas variações não seguem um padrão, nem sequer, em um mesmo indivíduo, concordando com os padrões de variações citados por Brown, Panshin e Forsaith (1949).

As variações da massa específica básica verificadas em diversas espécies florestais, devem-se as inúmeras diferenças, desde anatômicas da madeira, e em menor proporção à quantidade presente de extrativos na madeira (TRAUTENMÜLLER et al., 2014). Além disso, a idade da árvore, que está diretamente relacionada com o raio de crescimento e amadurecimento do lenho, (MACHADO, 2017), o espaçamento entre as árvores, variações do ambiente e características das próprias espécies (LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

SOUZA et al. (2017) avaliou atributos funcionais de espécies mais abundantes em uma florestal subtropical do Alto Uruguai em Santa Catarina, dentre elas a *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan e encontrou uma massa específica básica de 0,683 g/cm<sup>3</sup>, próxima a encontrada no presente trabalho. A variação entre os experimentos podem ocorrer devido a vários motivos, como a idade da árvore, genótipo, conflitos externos, clima, localização geográfica (ALZATE et al., 2005; TREVISAN et al., 2007) e em função da taxa de crescimento (TOMAZELLO FILHO, 1985; SOUZA et al., 1986).

Souza et al. (2017) ainda obteve resultados de massa específica básica para outras espécies nativas da região de ocorrência da *P. rigida*, e portanto, podem servir de parâmetro comparativo entre as espécies nativas, como o *Allophylus edulis* 0,5259 g/cm<sup>3</sup>, *Campomanesia xanthocarpa* 0,6761 g/cm<sup>3</sup>, *Casearia decandra* 0,6345 g/cm<sup>3</sup>, *Luehea divaricata* 0,5172 g/cm<sup>3</sup>, *Myrcianthes gigantea* 0,7531 g/cm<sup>3</sup>, e *Pilocarpus pennatifolius* 0,7491 g/cm<sup>3</sup>.

A madeira de *P. rigida* pode ser empregada em construções externas, estacas, postes, mourões, dormentes, vigamento, caixilharia, assoalhos, peças torneadas e carpintaria em geral (FILHO e SARTORELLI, 2015). Dentre estes mais diversos usos pode-se citar também o uso da madeira como fonte de energia. De acordo com um

estudo de produção de biomassa para energia de 23 espécies com 5 anos de idade, realizado pela COPEL – Companhia paranaense de energia (SILVA et al., 1983 apud CINTRA, 2009; SEVERIANO, 2015) *P. rigida* se destaca por apresentar o maior poder calorífico (5.324 Kcal/Kg) valor correspondente a sua alta massa específica básica.

A massa específica básica tem grande importância pela sua alta correlação com outras propriedades e como parâmetro para determinação da qualidade da madeira, entretanto, segundo Oliveira et al. (1990) apenas a sua determinação não indica uma correta utilização para a madeira, sendo importante também o estudo de suas variações dimensionais.

### Teor de umidade máximo

Quanto ao teor de umidade máximo possível de ser encontrado na madeira, para as duas regiões do tronco não houve diferença significativa entre as médias segundo Teste t pareado. Isto indica estabilidade dimensional no sentido transversal da madeira durante o processo de secagem. Para a madeira mais próxima da medula a máxima foi de 64,45% e para a madeira mais próxima da casca 61,44 %.

A perda e o ganho de umidade tem grande importância na utilização da madeira, por esta apresentar características de anisotropia, isso acontece abaixo do ponto de saturação das fibras, 30% (TRUGILHO e VITAL, 1996).

Silveira et al. (2013) verificou o teor de umidade máximo para espécies amazônicas, e pode concluir que as espécies mais leves apresentam maior quantidade de água livre e esta água pode ser retirada mais facilmente durante o processo de secagem. O valor mais próximo ao da *P. rigida*, foi para *Ocotea rubra* com teor máximo de umidade 74,08 % e uma massa específica de 0,720 g/cm<sup>3</sup>.

### Variação dimensional

Os resultados para contração e inchamento nos diferentes sentidos de crescimento para a madeira de *P. rigida* estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores médios para a variação dimensional da madeira de *P. rigida*.

	próximo da medula	próximo da casca	Média geral
--	-------------------	------------------	-------------

	tangencial	7,26 a	8,94 b	8,10
<b>Er</b>	<b>radial</b>	6,29	6,11	6,20
	<b>longitudinal</b>	0,17	0,27	0,22
	<hr/>			
	tangencial	7,86 a	9,82 b	8,84
<b>Ei</b>	<b>radial</b>	6,72	6,51	6,61
	<b>longitudinal</b>	0,17	0,27	0,22
	<hr/>			
	<b><math>\Delta V</math></b>	15,27	17,28	16,28
	<b>T/R</b>	1,15	1,46	1,31
	<b>TU máx.%</b>	64,45	61,44	62,95

\* Médias seguidas de letras diferentes na horizontal diferem entre si, estatisticamente, pelo Teste t com significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

\*\*Er = coeficiente de retração, Ei = coeficiente de inchamento,  $\Delta V$  = variação volumétrica, T/R = coeficiente de anisotropia e TU máx.% = teor de umidade máximo da madeira.

A contração e inchamento radial e longitudinal não apresentaram diferença significativa entre as posições da madeira, bem como, a variação volumétrica e o coeficiente de anisotropia.

Os valores de retração e inchamento no sentido tangencial diferiram estatisticamente entre as duas regiões. A porção mais próxima da medula apresentou menor variação em relação a porção mais próxima da casca

Este resultado também foi encontrado por Silva et al. (2006) com a madeira de *Eucalyptus grandis*, em que a contração tangencial ocorreu com maior porcentagem nas regiões mais próximas da casca. O autor concluiu que há uma tendência de crescimento dos valores em função da posição radial, no sentido medula-casca. Aos 25 anos, a porção próxima da medula, mostrou uma contração tangencial de 5,11, e porção próxima da casca de 7,68.

No sentido radial observou-se leve tendência de redução nos valores de contração, em função da posição, no sentido medula-casca. Entretanto não se observa diferença estatística significativa.

De acordo com a classificação de Sallenave (1955 apud Grobério, 2000), quanto a variação dimensional no sentido tangencial e radial a espécie teve uma contração média, e uma variação volumétrica forte. Para os critérios estabelecidos por Nahuz, (1974 apud Grobério) a contração tangencial também ficou classificada como média, e no sentido radial como elevada, e uma variação volumétrica elevada.



Gonzaga (2006), em dados fornecidos pelo IPT/SP para a espécie *P. rigida*, colhida no Rio Grande do Sul, apresentou valores próximos aos encontrados, contração no sentido radial média de 3,8; média tangencial de 8,4; e média volumétrica de 14,2. A pequena variação nos valores pode ser explicada pela associação de diferentes fatores como diâmetro em função da idade, condições de crescimento do local, localização geográfica e clima.

O coeficiente de variação volumétrico é considerado ótimo até 10% e regular entre 10 e 20% (DIAS et al., 2018), o autor em seu trabalho com *Tectona grandis* encontrou valor inferior a 12%. A madeira de *P. rigida* apresentou coeficiente de variação volumétrico médio de 16,28%, considerando assim a madeira referente a este fator, como regular. Marques et al. (2012) encontrou para pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) aos 25 anos valores aproximados, massa específica básica de 0,76 g/cm<sup>3</sup>, contração radial de 6,16%, tangencial 8,62%, e volumétrica 14,97% e um coeficiente de anisotropia de 1,38. Klitzke (2007 apud MAEQUES, 2012), classificou a madeira de 25 anos como muito estável dimensionalmente, semelhante aos resultados obtidas pela espécie estudada.

O valor médio para o fator anisotrópico encontrado para *P. rigida* foi de 1,31, valor próximo ao encontrado por Marques et al. (2012) para pau-brasil com valor de 1,38. Para *P. rigida* este fator apresentou uma tendência crescente no sentido medula-casca, e o mesmo foi encontrado por Silva et al. (2006) em seu estudo com *Eucalyptus grandis* aos 20 anos de idade.

Comparando os valores do fator anisotrópico, Germano, Frigeri e Krefta (2017) em seu experimento com Itaúba e Araucária verificaram que a Itaúba com massa específica básica de 800 kg/m<sup>3</sup> apresentou maior coeficiente de retratibilidade, em relação a Araucária com massa específica básica de 458 kg/m<sup>3</sup>, e conclui que este é o motivo de que a araucária incha e contrai menos do que a Itaúba. Segundo Basset (1994 apud OLIVEIRA; HELLMEISTER; TOMAZELLO FILHO, 2015) células com paredes mais espessas em grande concentração são mais características em madeiras mais densas, e por isso estas tendem a absorver mais água por unidade de volume e conseqüentemente, a expandir ou contrair mais do que aquelas de menor massa específica básica.

## 6. CONCLUSÕES

As toras foram classificadas quanto a conicidade para as classes diamétricas, Classe I > 19,0 cm e Classe II < 19,0 cm, como superior e/ou classe I.

A idade média para um dos indivíduos foi de 26 anos e o incremento médio anual em diâmetro de 0,93 cm/ano.

A massa específica básica média foi de 0,719 g/cm<sup>3</sup>, madeira classificada como média a pesada.

Os valores absolutos das médias de massa específica básica, mostraram uma diminuição da base para o dap e um aumento do dap para o topo.

Quanto ao teor de umidade máximo possível de ser encontrado na madeira, para a região mais próxima da medula a máxima foi de 64,45% e para a madeira mais próxima da casca 61,44%.

O coeficiente de retração aumentou na direção tangencial no sentido medula-casca.

Os valores médios encontrados de variação volumétrica de 16,28%, variação linear radial de 6,20%, tangencial de 8,10%, longitudinal de 0,22%.

O coeficiente de anisotropia foi de 1,31, indicando ser uma madeira estável.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projetos de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: 1997. 107p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: **Madeira – Determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro: 2003. 6p.
- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, N°. 6, 711–728. 2013.
- ALZATE, S.B.A. et al. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. **Scientia Forestalis**, n.68, p.87-95, 2005.
- BACKES, Paulo. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico** – Porto Alegre. Paisagem do Sul, 2009. 332 p.: il. color.
- BRAZ, R. L. et al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 4, p. 663 - 670, out. / dez. 2013.
- BROWN, H. P.; PANSIN, A. J.; FORSAITH, C. C. **Textbook of wood technology**. Vol. 1 New York: McGraw-Hill Book, 1949. 695 p.
- CARVALHO, P. H. R. **Angico-Gurucaia**. Circular Técnica 58. Colombo, PR, 2002. 14 p.
- CINTRA T. C.; **Avaliações energéticas de espécies florestais nativas plantadas na região do Médio Paranapanema, SP**. 2009. 85p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2009
- DIAS A. C. C. et al; Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Ciência da Madeira** (Brazilian Journal of Wood Science). 2018
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba.Pfi). **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 113p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 21)
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa: Rio de Janeiro, 2006, 306 p.
- EMBRAPA FLORESTAS; Laboratório de Monitoramento Ambiental e UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. **Mapa simplificado de solos do estado do Paraná**. Paraná, 2012 Escala: 1: 600.000
- ENSINAS, J. I.; SILVA da, G. F. e PINTO, J. R. R.; **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal. 43p. : il. – Comunicações técnicas florestais; v.7, n.1. 2005.

FILHO, E. M. C. e SARTORELLI, P. A. R.; **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo : Agroicone, 2015. Iniciativa INPUT.

FINGER, C. A. G. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p

FINGER, C. A. G. et al. Investigação retrospectiva do crescimento volumétrico de pau-ferro (*Astronium balansae*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 131-136. 2002.

FOREST PRODUCTS LABORATORY (United States). **Wood handbook: Wood as an engineering material**. Madison: General Technical Report Fpl-grt-113, 1999. 463 p.

GERMANO, A. D., FRIGERI, J. V. e KREFTA, S. M. **Análise De Contração, Inchamento e Retratibilidade Linear De Espécies de Interesse Florestal**. I SEAFLO – Semana de Aperfeiçoamento de Engenharia Florestal. Curitiba. 2017

GOOGLE EARTH-MAPAS. <http://mapas.google.com>. Consulta realizada em 01 de nov. de 2017.

GONZAGA, A. L.; **Madeira: Uso e Conservação**. Brasília, DF. IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246 p. : il.; 28 cm. – (Cadernos Técnicos; 6)

GROBÉRIO, M. P.; **Indicações para o emprego da madeira de espécies tropicais do Brasil**. São Carlos, 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos.

IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Norma para classificação de madeira serrada de folhosas. Brasília, 1984. 67p.

LATORRACA, J. V.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Revista Floresta e Ambiente*. v. 7, n. 1, p. 279-291, 2000.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008, 384 p.

LIMA, M.P.M. de.; LIMA, H.C. de. **Parapiptadenia Brenan (Leguminosae - Mimosoideae): estudo taxonômico das espécies brasileiras**. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v.36, n.60, p.23-30, 1984

LOGSDON, N. B.; Finger, Z.; Borges, C. G. A. **Caracterização físico-mecânica da madeira de peroba-mica, *Aspidosperma populifolium* a. dc. (Apocynaceae)**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

LOPES, C. S. D. et al. **Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, abr.-jun., 2011

MACHADO, S. do A. et al. Evolução das variáveis dendrométricas da Bracatinga por classe de sítio. **Revista Cerne.** v. 21 n. 2. p. 199-207. 2015.

MACHADO I.S. et al. **Variação da massa específica aparente da madeira de *Artocarpus heterophyllus*.** I SEAFLO – Semana de Aperfeiçoamento de Engenharia Florestal. Curitiba. 2017

MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais.** Curitiba. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2012.

MARCHESAN, R. **Caracterização tecnológica da madeira de *Hovenia dulcis* Thunberg para fabricação de pisos.** Curitiba, 2016. 89 f. : il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2016.

MARQUES, S. do S. et al.; Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* lam.) nativa e de reflorestamento. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.36, n.2, p.373-380, 2012

MARTINS, M. **Ensaio de simulação de uso em pisos de *Eucalyptus cloeziana* F. muell, *Eucalyptus microcorys* F. muell e *Corymbia maculata* Hook.** Lavras: UFLA, 2008. 48 p. :il. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Lavras, 2008.  
MENDOZA, Z. M dos S. H de.; BORGES P. H. de M.; e SILVA E. P. P. da. **Propriedades físicas da madeira de cedro – *Cedrela Fissilis* Vell.** Multitemas, Campo Grande, MS, n. 48, p. 165-178, jul./dez. 2015

MININI, D. **Qualidade da madeira de mogno brasileiro proveniente de plantios homogêneos para a produção de serrados.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2016.

MOREIRA, W. S.; **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira.** 1999, 107f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

MUÑIZ, G. I. B.; MARCHIORI, J. N. **Anatomia da madeira de duas Leguminosas Mimosídeas da Floresta Estacional de Misiones – Argentina.** Bladuínia. N. 17, p. 23-28, 15-VO-2009.

NASSUR, O. A. C. et al. Variações na qualidade de toras de *Toona ciliata* m. roem. com dezoito anos de idade. **Cerne,** Lavras, v. 19, n. 1, p. 43-49, jan./mar. 2013

OLIVEIRA, J. T. S.; DELLA LUCIA, R. M.; VITAL, B. R. Estudos das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopiaceae* - It. Hill): densidade, umidade e secagem da madeira. **Revista Árvore,** 14: 139-54 1990.

OLIVEIRA, J. T. da S.; SILVA, J. de C. **Varição radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm.** Viçosa: Revista Árvore, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Varição do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto.** Revista Árvore, v.29, n.1, p.115-127. Viçosa-MG, 2005

OLIVEIRA, M. B. de. **Avaliação da qualidade de pisos comerciais confeccionados com madeiras de *Bowdichia nitida* Benth (Spr.), *Dipterxy odorata* (aubl.) Willd, *Mimosa scabrella* Benth e *Tabebuia impetiginosa*.** Lavras: UFLA, 2016. 56 p. : il. Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

PERREIRA M. A. et al.; Propriedades anatômicas, químicas e de densidade da madeira de *Coffea arabica* L. **CERNE**. v. 20 n. 3. p. 363-367. 2014

REMADE. Eucalipto a madeira do futuro. **Revista da Madeira**, Curitiba, Ed. Especial, setembro de 2001, p. 114.

REZENDE, M. A. de.; SAGLIETTI, J. R. C.; e GUERRINI, I. A. **Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* aos 8 anos de idade.** IPEF n.48/49, p.133-141, jan./dez.1995

RODERJAN, C. V.; et al. **As unidades fitogeográficas do estado do paraná, Brasil.** Ciência e Ambiente, v. 24, n.1, p. 75-42, 2002

SCANAVACA, L. J.; GARCIA, J. N. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 32-43, jun. 2003.

SEVERIANO, C. E.; **Potencial do manejo de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em sistema de alto fuste jardinado.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, RS. 90p. 2015.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V. e VALE, A. T. do.; Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazonica**. vol. 43(2) 2013: 179 – 184

SILVA, J. C., et al. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* hill ex. maiden, em função da idade e da posição radial no tronco. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.803-810, 2006

SOUZA K. et al.; Partição de nicho por grupos funcionais de espécies arbóreas em uma floresta subtropical. **Rodriguésia - Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro** 68(4): 1165-1175. 2017

SOUZA, V.R. et al. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, n.33, p.65-72, 1986.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, 1985.

TONINI, H.; OLIVEIRA JUNIOR, M.M.C.; SCHWENGBER, D. Crescimento de espécies nativas da amazônia submetidas ao plantio no estado de roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 151-158, abr.-jun., 2008

TRAUTENMÜLLER, J. W. et al. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. **Ciência Rural**, v.44, n.5, mai, 2014.

TREVISAN, R. et al. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.17, n.4,p.377-387, 2007.

TRUGILHO, P. F. e VITAL, B.R. Correlação entre algumas características físicas, químicas e anatômicas e a variação dimensional da madeira de Eucalipto. **Revista Arvore**. Viçosa-MG, v. 20. n. 4. p. 515-533, 1996.

VALENTE, B. M. dos R. T. et al. **Variabilidade radial e longitudinal das propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico-vermelho**. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 485-496, dez. 2013