



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**Análise não destrutiva da qualidade da madeira de**  
*Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. e *Virola gardneri* (A. DC.) Warb.

**EVERTON FERNANDES MIRANDA**

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO  
Orientador

SEROPÉDICA-RJ  
JULHO-2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**Análise não destrutiva da qualidade da madeira de**  
*Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. e *Virola gardneri* (A. DC.) Warb.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**EVERTON FERNANDES MIRANDA**

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO  
Orientador

SEROPÉDICA-RJ  
JULHO-20

**Análise não destrutiva da qualidade da madeira de**  
*Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. e *Virola gardneri* (A. DC.) Warb.

**EVERTON FERNANDES MIRANDA**

Banca Examinadora:

Monografia aprovada em 07 de julho de 2017

---

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho – UFRRJ  
Orientador

---

Dr<sup>a</sup>. Andrea Vanini - FIOCRUZ  
Membro da Banca Examinadora

---

M.Sc. José Henrique Camargo Pace - UFRRJ  
Membro da Banca Examinadora

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha vó Marinete, meu grande exemplo de vida. Aos meus grandes guerreiros Edilson, Roseane e Marinete e aos meus irmãos Alessandra, Erick e Marcos.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por sua infinita bondade de me conceder força todos os dias, para poder concluir o tão sonhado trabalho.

Aos meus pais que sempre me incentivaram. Mesmo que na maioria das vezes estivessem a milhares de quilômetros, seus pensamentos e energias positivas sempre chegaram até mim.

Aos meus irmãos Alessandra, Erick e Marcos, por sempre me apoiarem, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador e amigo, professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho, por sua dedicação, apoio, competência e especial atenção nas revisões e sugestões, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca, José Henrique e Dr<sup>a</sup>. Andrea Vanini, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

A todos os membros do Laboratório de Processamento da Madeira– LPM, pelo incentivo e força, tanto nos dias de campo quanto na escrita.

A todos os membros do Programa de Educação Tutorial PET- Floresta, o qual tive o privilégio de conviver e aprender com todos.

Aos meus grandes amigos “pai e mãe” Artur Bernardo e Beatriz Cardoso, que foram fundamentais no final desse trabalho, sem vocês não teria conseguido, sempre prestativos e solidários. Amo vocês!

Ao ser mais caridoso e bondoso que já tive o prazer de conviver, Bárbara Del Corso “Babi”, obrigado por toda atenção e carinho, Amo-te!

Ao cara mais paciente, gentil, inteligente e prestativo que já conheci nesse mundo, não acreditava que poderia existir um ser tão iluminado como o Carlos Eduardo, famoso Cadu, muito obrigado por tudo meu grande irmão.

Às minhas irmãs de coração Marianna Fernandes e Victória Monteiro, que desde o início sempre estiveram ao meu lado, nunca me deixando fraquejar nem desistir, e sempre falando com o sorriso no rosto, que tudo iria acabar bem.

À grande amiga Sabrina Alvarenga, que no último ano, acompanhou toda a minha jornada e sempre me ajudou quando mais precisei, seja com palavras, ações ou gordices.

Ao meu irmão e salvador da pátria nas dúvidas, formatações e almoços, José Henrique, sempre prestativo. Obrigado!

Às repúblicas Casa Bonita e Maracanã, por todos os risos e por sempre me acolherem e me ajudarem quando precisei.

E por fim, à UFRRJ e ao IF, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, assim como, pelo crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

A pesquisa foi realizada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), situada na região de Jacarepaguá, Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial para fins madeireiros das espécies *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*, através da análise da qualidade da madeira por métodos não destrutivos. Para isso foram selecionados dez indivíduos de *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb. e *Virola gardneri* (A. DC.) Warb., estes foram separados em duas classes diamétricas (classe I árvores com diâmetro menor ou igual a 35 cm e classe II árvores com diâmetro maior que 35 cm medidos a 1,30 m do solo). Foram realizadas as determinações das variáveis dendrométricas, análise de resistografia e extensometria e, com o material obtido através do trado de incremento, foi obtida a densidade básica em adequação aos procedimentos descritos pela ABNT NBR 7190:1997. Ressalta-se que para o uso do trado de incremento, dentre as dez árvores amostradas para cada espécie, foram selecionados três indivíduos para a classe I e três indivíduos para a classe II, totalizando seis indivíduos de *Virola bicuhyba* e seis indivíduos de *Virola gardneri*. As determinações dendrométricas apontaram que a *Virola gardneri* mostrou maiores diâmetros a altura do peito, altura total e comercial, quanto ao número de fustes e nós os resultados foram semelhantes. A avaliação quanto a qualidade do fuste e ramificação demonstraram potencial para o segmento moveleiro. Para *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri* foram encontrados, respectivamente, os seguintes resultados médios: densidade básica 0,41 e 0,43 g/cm<sup>3</sup>, deformação residual longitudinal (DRL) 0,062 e 0,049 mm e amplitude de resistência à penetração da agulha 15,01 e 18,89%. Porém, as médias de amplitude da classe II (maior diâmetro) e o indivíduo médio, comparado entre as duas espécies, apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5 % de significância. Os resultados de densidade básica, resistografia e DRL para as espécies *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*, os mesmos não apresentaram correlações a 5% de significância. Pode-se concluir que a qualidade da madeira da espécie estudada demonstrou potencial para a indústria madeireira a partir das análises não destrutivas realizadas.

**Palavras-chave:** mata atlântica, espécies nativas, propriedades tecnológicas da madeira.

## ABSTRACT

The research was realized at the Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA), located in Jacarepaguá, west zone of the city of Rio de Janeiro, Brazil. The objective was to evaluate the quality of wood and potential of the species *Virola bicuhyba* and *Virola gardneri* through the analysis using non-destructive methods. Ten individuals of *Virola bicuhyba* and ten of *Virola gardneri* were selected. They were separated into two diametric classes (class I, trees with diameter less than or equal to 35 cm and class II, trees with a diameter greater than 35 cm measured at breast height). The determination of the dendrometric variables, analysis of resistographic amplitude and extensometry were carried out and, with the material obtained through the Pressler probe (trado de incremento), the basic density was obtained in compliance with the procedures described by ABNT NBR 7190: 1997. It should be pointed out that for the use of the increment tree, among the ten trees sampled for each species, three individuals within each diameter class were selected, totaling six individuals of *Virola bicuhyba* and six individuals of *Virola gardneri*. The results of the dendrometric determinations showed that the *Virola gardneri* showed higher diameters of chest height, total and commercial height, as for the number of stems and we the results were similar. The assessment of the stem quality and branching demonstrated the potential for the furniture segment. The following average results were found for *Virola bicuhyba* and *Virola gardneri*, respectively: basic density 0,41 and 0,43 g/cm<sup>3</sup>, longitudinal residual deformation (LRS) 0,062 and 0,049 mm and range of resistance to penetration of needle 15,01 and 18,89%. However, the mean amplitude of class II (largest diameter) and the average individual, compared between the two species, showed a significant statistical difference at the 5% level of significance. The results of basic density, resistographic analysis and LRS for the species *Virola bicuhyba* and *Virola gardneri*, did not present correlations to 5% of significance. It can be concluded that the quality of the wood of the species studied demonstrated potential for the timber industry from the nondestructive analyzes carried out.

**Keywords:** Atlantic forest, native species, technological properties of wood.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Mata Atlântica .....	2
2.2 Informações gerais do gênero <i>Virola</i> .....	2
2.3 <i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb. ....	3
2.4 <i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb. ....	4
2.5 Análise não-destrutiva.....	6
2.6 Análise da deformação residual longitudinal (DRL).....	6
2.7 Análise da amplitude de resistência da madeira utilizando o resistógrafo .....	6
2.8 Uso do trado de incremento.....	7
2.10. Densidade básica .....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3.1 Local de Amostragem.....	7
3.2 Amostragem dos indivíduos.....	8
3.3 Métodos não destrutivos de avaliação da qualidade da madeira .....	9
3.3.1 Determinação das variáveis dendrométricas.....	9
3.3.2 Medidor de deformação residual longitudinal .....	10
3.3.3 Verificação da amplitude de resistência da madeira utilizando o resistógrafo .....	11
3.3.4 Avaliação da densidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado de incremento .....	11
3.3.5 Determinação da densidade básica da madeira .....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
4.1 Caracterização dendrométrica dos indivíduos .....	13
4.2 Densidade básica.....	14
4.3 Extensometria .....	15
4.4 Resistografia.....	17
4.5 Correlação das metodologias não destrutivas.....	19
5. CONCLUSÕES .....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Área de ocorrência da espécie <i>Virola bicuhyba</i> . . . . .	3
<b>Figura 2:</b> Espécie <i>Virola bicuhyba</i> encontrada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica... 4	4
<b>Figura 3:</b> Área de ocorrência da espécie <i>Virola gardneri</i> . . . . .	5
<b>Figura 4:</b> Espécie <i>Virola gardneri</i> encontrada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. . . 5	5
<b>Figura 5:</b> Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. . . . .	8
<b>Figura 6:</b> Indicação dos indivíduos selecionados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica	8
<b>Figura 7:</b> Parâmetros adotados para a classificação da ramificação dos indivíduos: A) Ramifi- cação 1; B) Ramificação 2; C) Ramificação 3; e D) Ramificação 4. Fonte: Silva (2013). . . . .	9
<b>Figura 8:</b> Janela formada por remoção de casca para instalação do extensômetro. . . . .	10
<b>Figura 9:</b> Extensômetro utilizado na obtenção das tensões residuais longitudinais. . . . .	10
<b>Figura 10:</b> Medição da amplitude de resistência à furação da madeira utilizando o resistógrafo. . . . . .	11
<b>Figura 11:</b> Retirada de bagueta por meio do trado de incremento para avaliação da densidade da madeira. . . . .	12
<b>Figura 12:</b> Comparativo entre a qualidade do fuste de <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> . . . . .	14
<b>Figura 13:</b> Médias totais das tensões por espécie em mm. . . . .	17

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Média das características dendrométricas dos indivíduos de <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> selecionados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica: .....	13
<b>Tabela 2.</b> Médias da densidade básica de <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	14
<b>Tabela 3.</b> Médias da densidade básica por classe diamétrica das espécies <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	15
<b>Tabela 4.</b> Médias da densidade básica por classe diamétrica e indivíduo médio, entre as espécies <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	15
<b>Tabela 5.</b> Resultados da análise extensométrica para <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	15
<b>Tabela 6.</b> Médias dos valores da análise extensométrica por classes diamétricas: .....	16
<b>Tabela 7.</b> Médias dos valores da análise extensométrica por classes diamétricas e indivíduo médio, entre as espécies <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	16
<b>Tabela 8.</b> Resultados da análise resistográfica obtidos para <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	17
<b>Tabela 9.</b> Média das amplitudes do resistógrafo por classes diamétricas: .....	18
<b>Tabela 10.</b> Médias dos valores de amplitude por classes diamétricas e indivíduo médio, obtidas pelo teste de resistografia entre as espécies <i>Virola bicuhyba</i> e <i>Virola gardneri</i> : .....	18
<b>Tabela 11.</b> Matriz de coeficientes de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas na espécie <i>Virola bicuhyba</i> : .....	19
<b>Tabela 12.</b> Matriz de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas na espécie <i>Virola gardneri</i> : .....	19

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica ocupava 1.290.000 km<sup>2</sup>, ou seja, algo em torno de 12% do território brasileiro. Mesmo reduzida atualmente a cerca de 7% de seu território original e muito fragmentada, a Mata Atlântica possui uma importância social e ambiental enorme. Para cerca de 70% da população brasileira que vive em seu domínio, ela regula o fluxo dos mananciais hídricos, assegura a fertilidade do solo, controla o clima e protege escarpas e encostas das serras, além de preservar um patrimônio natural e cultural imenso. Na Mata Atlântica, nascem diversos rios que abastecem as cidades e metrópoles brasileiras (VARJABEDIAN, 2010).

A destruição da Mata Atlântica e a história do Brasil pós ano 1500 se confundem e se explicam. Primeiro conjunto de ecossistema a entrar em contato com o colonizador, a Mata Atlântica sofreu as consequências da ação dos que com ela não possuíam qualquer vínculo e aqui não tinham qualquer interesse de construir uma nação. Do saque do início da colonização à substituição pelas práticas agrícolas, a forma de relacionamento com a Mata Atlântica sempre foi a mesma: destruição, política de terra arrasada (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 1997).

Hoje estamos certos de que enfrentamos um desafio muito maior. Mais do que estancar o desmatamento, precisamos recuperar as áreas degradadas, viabilizar biologicamente os fragmentos remanescentes e repor nossos estoques de ecossistemas naturais. Atingir estas metas é um desafio que tem um alcance social muito mais amplo, uma vez que a conservação é uma ação de interesse coletivo, mas a visão de como procedê-la depende da ótica de cada grupo social envolvido. É fundamental estabelecer os compromissos e responsabilidades de cada um e garantir a equidade no usufruto dos benefícios da conservação dos ecossistemas (RAMBALDI et al., 2003).

No entanto, a madeira encontrada nessas florestas devido suas características físicas, mecânicas, facilidade de ser transformada por equipamentos simples e com baixo consumo energético, aspecto decorativo - com variações de cores e desenhos que atendem aos mais diversos projetos, somada a sensação de conforto que ela transmite ao usuário nos ambientes em que é empregada, fazem-na competitiva em relação aos outros materiais, nas mais diversas aplicações na construção civil e na fabricação de móveis (ZENID, 1997).

Nos últimos anos, tem se constatado um aumento no consumo e na valorização de espécies nativas com potencial madeireiro, ocasionando uma crescente demanda no mercado (FAO, 2012). Ao se tratar de espécies nativas visando o uso comercial, é essencial que se conheça a qualidade da madeira dos indivíduos ali presentes, para isso, existem diversos métodos de avaliação, dentre eles, um tem chamado atenção por gerar resultados mais rápidos e, principalmente, por não causar a morte do indivíduo, sendo chamado de métodos não destrutivos de avaliação da qualidade da madeira (SANTOS, 2016).

Os métodos não destrutivos permitem avaliar diversas características da madeira, sendo as principais: densidade, presença de tensões de crescimento e estado fitossanitário da árvore. Tais ensaios podem ser aplicados como ferramenta para o manejo florestal sustentado (efeito de desbaste, desrama, espaçamento, etc.), na seleção de árvores nos programas de melhoramento florestal, na tecnologia e usos da madeira, entre outros (SANTOS, 2016).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial para fins madeireiros das espécies *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*, através da análise da qualidade da madeira por métodos não destrutivos na área do Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica, denominação dada pelos portugueses nos primórdios da colonização refere-se a uma variedade de Matas Tropicais úmidas que ocorrem de forma sazonal ao longo das regiões costeiras do Brasil, favorecidas pela umidade trazida pelos ventos do Sudeste que são barrados por acidentes orográficos, provocando chuvas constantes o que permite sua formação exuberante (SILVA, E., 2016).

Esse bioma, originalmente, ocupava 15% do território brasileiro, formado por um conjunto de florestas diversas como a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional decidual e Semidecidual, os campos de altitude e ecossistemas associados, como os manguezais, restingas, brejos interioranos, ilhas costeiras e oceânicas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Porém, desde o início da colonização do Brasil, o bioma Mata Atlântica vem passando por diversas fases de conversão da vegetação nativa para usos do solo de maior interesse econômico (SILVA, 2016).

Através de um decreto na Constituição Federal de 1988 a Mata Atlântica foi considerada Reserva da Biosfera pela UNESCO e Patrimônio Natural (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). O motivo para isto foi o alto nível de diversidade biológica, que faz da Mata Atlântica um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta e com os mais altos níveis de endemismos (DANTAS, 2017). À medida em que a Mata Atlântica é considerada um dos biomas mais importantes, é também um dos mais ameaçados do planeta e, nesse sentido, se faz necessária uma maior proteção de seus indivíduos (VARJABEDIAN, 2010).

### 2.2 Informações gerais do gênero *Virola*

O gênero *Virola*, concentra-se no continente americano e ocorre desde a Guatemala até a Bolívia, Peru, Venezuela e Brasil, predominando nas regiões tropicais, embora algumas espécies ocorram em áreas subtropicais (GALUPPO e CARVALHO, 2001).

Na Mata Atlântica encontra-se a *Virola gardneri*, distribuída desde Pernambuco até São Paulo, onde então passa a ocorrer a *Virola bicuhyba*, até o extremo nordeste do Rio Grande do Sul. A *Virola sebifera*, outra importante espécie, é encontrada em áreas de cerrado, no interior do Estado de São Paulo (GALUPPO e CARVALHO, 2001).

Rodrigues (1980) afirma que este gênero é o mais amplamente disperso dos gêneros de Myristicaceae, próprios das Américas. O maior número de espécies está na bacia amazônica, principalmente na porção centro-oeste, sendo por isso considerada o centro de dispersão do gênero (PAULINO FILHO, 1985).

O gênero *Virola* se distribui em toda a região neotropical, atingindo os continentes asiático e africano. Possui 17 gêneros e 420 espécies, forma grupos fitogeográficos que apresentam diferenças morfológicas entre si (RODRIGUES, 1980). Indivíduos deste gênero são lenhosos, variam de pequenos arbustos a enormes árvores de cerca de 40 m de altura (GALUPPO e CARVALHO, 2001).

No mercado madeireiro em razão do seu reconhecimento econômico se torna cada vez mais importante. O meio científico tem se mostrado bastante interessado devido a utilização medicinal e xamânica da *Virola* (GALUPPO e CARVALHO, 2001). Além disso, há também o comércio do “sebo de ucuúba” usado na produção de sabões, velas e cosméticos (RODRIGUES, 1980).

Rodrigues (1980) ressalta ainda que algumas espécies de “ucuúba” são úteis na medicina popular para a cura de reumatismo, artrite em geral, cólicas, dispepsias e erisipelas. As “ucuúbas” ainda provam o seu elevado valor na culinária, pois possuem um triglicerídeo (tri-

laurina) de grande poder nutritivo, merecendo maiores estudos para o seu aproveitamento (GALUPPO e CARVALHO, 2001).

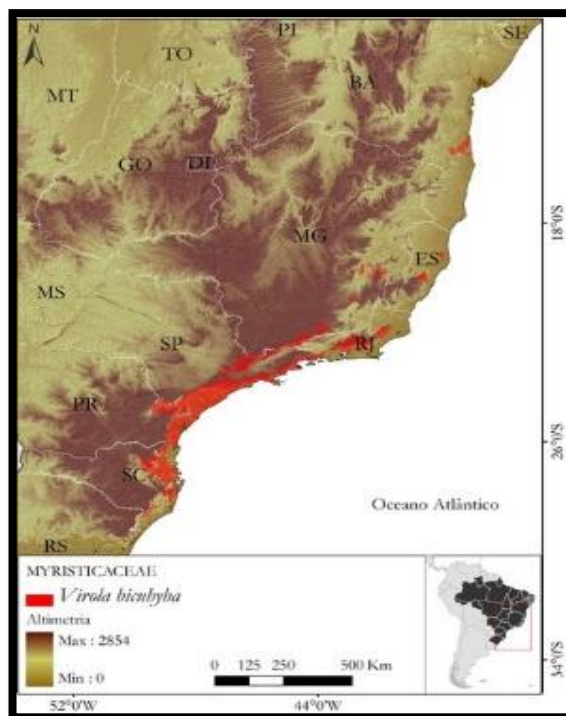
### 2.3 *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb.

A *Virola bicuhyba* (Schott ex Spreng.) Warb., conhecida popularmente como Bicuíba, apresenta um endemismo brasileiro, com ocorrência em Florestas Ombrófilas e Estacionais associadas ao domínio fitogeográfico Mata Atlântica, possui preferência por florestas em estágio avançado de regeneração ou clímax, com registros efetuados em unidades de conservação ao longo de sua distribuição (CNCFLORA, 2012).

Lorenzi (2008) completa e também afirma que essa espécie é uma planta semidecídua, heliófita, característica e exclusiva da floresta pluvial atlântica, ocorre principalmente no interior da mata primária densa, entretanto, apresenta alguma regeneração natural em capoeiras e clareiras abertas na mata, o que faz supor tratar-se de espécie pioneira.

É uma árvore com altura de 20-30 m, tronco de 50-90 cm de diâmetro, revestido por uma casca acinzentada e pouco suberosa geralmente de 20 mm de espessura (LORENZI, 2008). Possui folhas alternas dísticas, simples estreitamente elípticas e linear-lanceoladas, de 12-24 cm de comprimento por 2-3 cm de largura, flores amareladas, discretas, dispostas em panículas axilares curtas e fruto baga sublenhosa, com semente envolvida por arilo carnosos vermelho (LORENZI, 2008).

Devido aos registros de coleta desde o sul do estado da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul (Figura 1), a *Virola bicuhyba* é considerada uma espécie de uso estratégico para agricultura familiar no Brasil, sendo uma das madeiras mais utilizadas pela construção civil (CNCFLORA, 2012). Segundo Lorenzi (2008) a madeira é moderadamente pesada (densidade 0,61 g/cm<sup>3</sup>), mole, com superfície lisa ao tato, de baixa resistência ao apodrecimento, porém resistente quando dentro da água e alburno diferenciado do cerne, porém intensamente atacado por insetos xilófagos.



**Figura 1:** Área de ocorrência da espécie *Virola bicuhyba*. Fonte: CNCFLORA (2012).

Além disso, o potencial medicinal desta planta começa a ser explorado pela indústria farmacêutica e seus extrativos vem sendo utilizados na medicina popular de diversas localidades onde ocorre (CNCFLORA, 2012).

A espécie desempenha papel ecológico importante nos ambientes florestais em que ocorre, fornecendo alimentos para uma grande variedade de pássaros. Apesar de apresentar uma densidade de indivíduos relativamente alta para espécies arbóreas (em média, 25 indivíduos/ ha em áreas pouco alteradas e que não sofreram corte seletivo), a espécie vem enfrentando severa redução populacional histórica, não cessada até os dias atuais e prevista para o futuro (CNCFLORA, 2012).

Verificou-se uma redução populacional bruta maior que 60% nas últimas três gerações do táxon (estimada em cerca de 30 anos), causada principalmente por extrativismo seletivo e conversão de habitat (CNCFLORA, 2012).

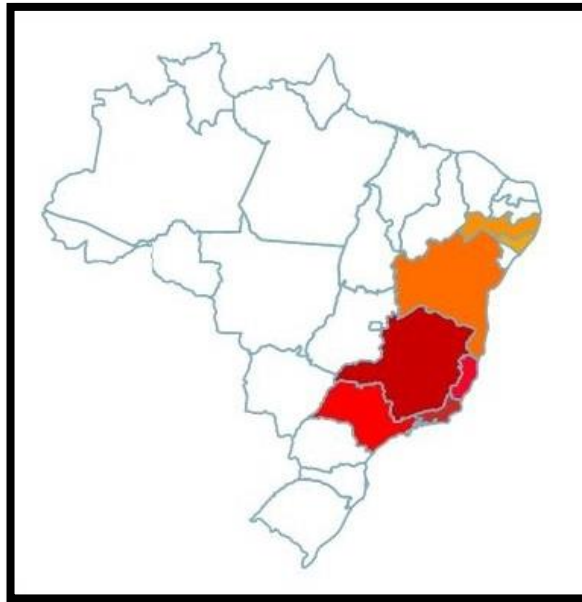
Por esses motivos, a espécie *Virola bicuhyba* foi considerada em perigo de extinção, juntamente com o Ipê, Peroba, Jequitibá-branco e o Pau-brasil (SFB, 2016), demandando a criação de áreas protegidas para garantir sua sobrevivência e o desenvolvimento de legislação específica que regulamente controle o seu uso de maneira apropriada, uma vez que a espécie possui grande importância para diversos segmentos da economia e sua integral restrição poderá causar impactos (CNCFLORA, 2012).



**Figura 2:** Espécie *Virola bicuhyba* encontrada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

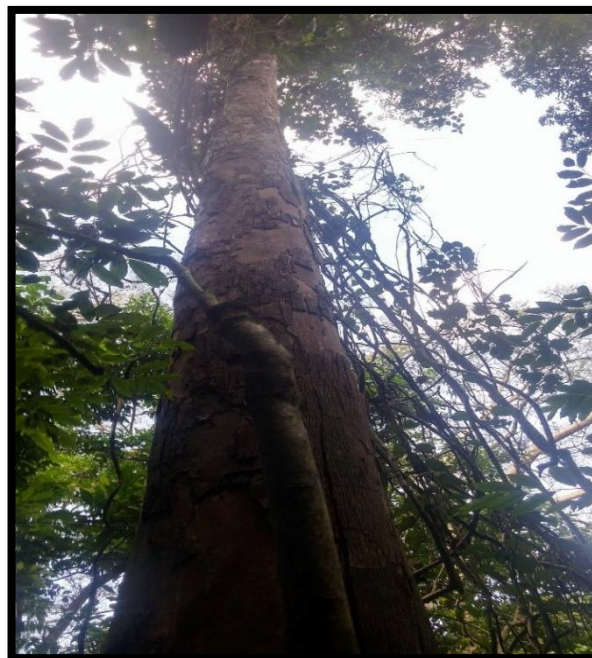
#### **2.4 *Virola gardneri* (A. DC.) Warb.**

A espécie *Virola gardneri* também conhecida como bicuva, bocuva-fêmea e bocuva (RODRIGUES, 2002), ocorre nos estados de Pernambuco, Bahia, Alagoas, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo como mostra a Figura 3 (RODRIGUES, 2015); é endêmica do Brasil e no Rio de Janeiro é encontrada em Floresta Ombrófila. Geralmente é representada por árvores de grande porte (MAGNANINI & MAGNANINI, 2002), floresce em janeiro e abril e frutifica em agosto e dezembro (QUINTANILHA e LOBÃO, 2015), sua densidade citada na literatura é de 0,66 g/cm<sup>3</sup> (RIBEIRO, 2009).



**Figura 3:** Área de ocorrência da espécie *Virola gardneri*. Fonte: REFLORA.

Quintanilha e Lobão (2015), caracterizaram a espécie como árvores de 10–40 m de altura, tricomas estrelados, ramos estriados, geralmente glabros a raramente puberulentos, pecíolo canaliculado, glabro a puberulento com 7–20 mm comprimento (Figura 4). As lâminas foliares apresentam  $9,5\text{--}17,7 \times 2\text{--}7,1$  cm, são elípticas ou obovadas, levemente coriáceas, ápice acumulado, base fortemente atenuada, face adaxial glabrescente e lustrosa, face abaxial puberulenta, nervuras secundárias 13–18 pares. A inflorescência panícula congesta em ambos os sexos, possui casca grossa, sulcada, pardo-avermelhada e madeira rosada a parda-avermelhado-escura, uniforme, superfície opaca, levemente áspera, moderadamente pesada, dura, durável e fácil de trabalhar, com baixo índice de empenamento (SOUZA et al., 1995; RIBEIRO, 2009).



**Figura 4:** Espécie *Virola gardneri* encontrada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Com o passar dos anos se descobriu variadas utilidades para essa espécie, como relatam Agurrel et al. (1969) que investigaram a utilização das amêndoas de *Virola gardneri* no tratamento contra germes grã- positivos e germes ácido-resistentes, observando sucesso no procedimento testado e Barreto (2007) que descreve o uso da *Virola gardneri* como fonte nutricional pela preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), que está ameaçada de extinção de acordo com o levantamento feito pelo Ministério do Meio Ambiente e Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade em 2014, sendo uma das árvores mais utilizadas pelo mamífero estudado.

Os autores classificam a *Virola gardneri* como sendo útil para construções, energia, medicamentos e alimentícia, segundo conhecimento popular (BITTENCOURT, 2013).

## **2.5 Análise não-destrutiva**

A utilização de técnicas não destrutivas para caracterização da madeira vem ganhando espaço devido à possibilidade de reutilização da peça testada, confiabilidade dos valores obtidos e rapidez de aplicação do método (PAULA et al., 2016). Além da possibilidade de estudar espécies nativas sem danificá-las.

Nos últimos anos a avaliação não destrutiva da madeira tornou-se uma importante ferramenta na inferência de propriedades físicas e mecânicas deste material devido, principalmente, ao baixo custo dos equipamentos, rapidez e praticidade dos testes, que podem ser aplicados por diferentes métodos na avaliação dos parâmetros de qualidade da madeira (BALLARIN & NOGUEIRA, 2005).

## **2.6 Análise da deformação residual longitudinal (DRL)**

Segundo Lima (2004) entre os métodos considerados não destrutivos ou semidestrutivos para medição das deformações associadas às tensões de crescimento está o desenvolvido pelo CIRAD-Forêt (BAILLÈRES; DURAND, 2000), que consiste em medir, com o auxílio de um relógio comparador, a deformação sofrida na área central entre dois pinos fixados a 45 mm um do outro, ao longo da grã, na superfície do tronco sem casca.

Para liberar as tensões e promover a movimentação dos pinos, entre os mesmos é feito um furo com uma broca de 20 mm de diâmetro. As tensões de crescimento são resultado da ação de forças internas que atuam sobre os tecidos das árvores, de forma a mantê-las integras e eretas (FLÓREZ, 2012).

As medições com o extensômetro fornecem dados de deformação residual longitudinal (DRL), que está diretamente relacionada com a tensão longitudinal de crescimento, dessa forma quanto menor é o valor da DRL, menores níveis de tensões internas de crescimento e madeira mais favorável ao uso como produto sólido (SILVA, C., 2016).

## **2.7 Análise da amplitude de resistência da madeira utilizando o resistógrafo**

O resistógrafo vem se tornando uma alternativa rápida e confiável de avaliação das características da madeira e tem sido muito utilizado no Brasil para a avaliação do lenho de árvores (CARRASCO, 2013). É utilizado para descrever o perfil radial de variação da madeira, que está relacionado à sua dureza e densidade (GONÇALVES, 2009).

O resistógrafo mede a resistência da madeira à penetração de uma haste de 3 mm de diâmetro e comprimento variável, essa haste avança radialmente no tronco, a uma velocidade constante e, para cada milímetro de penetração, são registrados 100 valores de resistência, essa medição fornecida pelo resistógrafo é denominada de amplitude e é expressa em porcentagem (PÁDUA, 2009).



Gonçalves (2009), afirma que os resultados liberados pelo aparelho são de alta resolução, pois o mesmo registra amplitudes a cada mm de perfuração que a broca realiza no tronco, fornecendo-nos as informações da sanidade e da estrutura da madeira.

## **2.8 Uso do trado de incremento**

Amostras obtidas com trados são utilizadas frequentemente para a medição das propriedades da madeira como a densidade básica (PÁDUA, 2009). O trado é um equipamento que perfura o tronco da árvore com uma broca de diâmetro definido e recolhe baguetas para efetuar análises sobre a madeira (SILVA, C., 2016).

Downes et al. (1997) descreve que existem duas importantes vantagens no método de avaliação das propriedades da madeira, que são: ser um método adequado para a determinação de um grande número de amostras e ser não destrutivo. Ressalta também algumas desvantagens, como: apresentar pobre representação do tronco; apresentar dificuldades em troncos muito pequenos ou muito grandes; possuir baixa representação dos anéis internos; pode causar deterioração da madeira no local do furo e que o não alinhamento correto da bagueta pode não obter uma análise significativa.

## **2.10. Densidade básica**

A densidade básica é uma das propriedades mais importantes relativa à qualidade da madeira, pois relaciona o peso seco de um material com seu volume; pode ser expressa em  $\text{kg/m}^3$  ou  $\text{g/cm}^3$  (GONÇALVES, 2009). Por ser de fácil determinação, possuir alta herdabilidade (ROCHA, 1983) e se relacionar com um grande número de outras propriedades, a densidade básica é considerada um dos mais importantes índices de qualidade da madeira para os mais diversos usos. Contudo, é importante destacar que, em função da alta correlação com outras propriedades da madeira, a densidade básica não deve ser usada como índice de qualidade de forma isolada (PÁDUA, 2009).

# **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

## **3.1 Local de Amostragem**

A pesquisa foi realizada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), subunidade orçamentária da Presidência da Fundação situada na zona de amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca, um enorme fragmento de floresta urbana, em Jacarepaguá, Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro (Figura 5). O clima na região segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, ou seja, clima Tropical Úmido sem uma estação seca, megatérmico, com precipitação pluviométrica máxima de dezembro a março (verão) e o de precipitação mínima, de junho a agosto (inverno). Em geral, a pluviosidade varia de 1.500 a 2.500 mm, sendo os períodos mais chuvosos no verão e os mais secos no inverno.

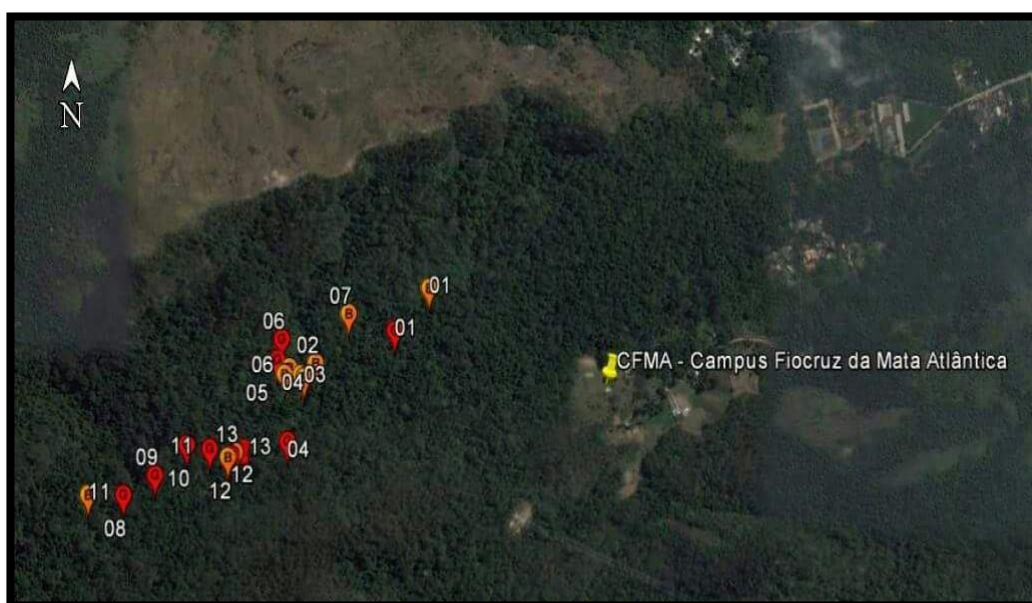


**Figura 5:** Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

### 3.2 Amostragem dos indivíduos

Foram amostradas 20 árvores aleatoriamente, sendo 10 da espécie *Virola bicuhyba* e 10 da espécie *Virola gardneri* (Figura 6). Através de avaliação visual evitou-se árvores doentes e atacadas por pragas, assim como o efeito de borda. Foram divididos igualmente em 2 classes de diâmetro, de acordo com a espécie, obedecendo os seguintes critérios:

- Classe I) Indivíduos com diâmetro igual ou inferior a 35 cm;
- Classe II) Indivíduos com diâmetro superior a 35 cm.



**Figura 6:** Indicação dos indivíduos selecionados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica para realização das análises não destrutivas.

Com as classes definidas, foram selecionados 5 indivíduos para cada uma em função do diâmetro, de cada espécie, para a realização dos testes de extensometria e resistografia. Já para a análise da densidade básica foram selecionados 3 indivíduos para cada classe de diâmetro, por espécie.

### 3.3 Métodos não destrutivos de avaliação da qualidade da madeira

#### 3.3.1 Determinação das variáveis dendrométricas

Após a identificação dos indivíduos, foram realizadas as medições de circunferência e altura do peito (CAP) e altura total. Conforme os critérios de medição estabelecidos pelo ICMBio (2009), o CAP foi mensurado a altura de 1,30 m do solo com auxílio de uma trena ou fita métrica, posteriormente transformado em DAP (diâmetro a altura do peito;  $CAP/\pi = DAP$ ).

As alturas foram obtidas através de um hipsômetro (Blume Leiss), onde a altura total (HT) correspondeu à distância do eixo do solo até o último ramo da copa da árvore, a partir do seu eixo principal e a altura comercial (HC) correspondeu à distância do eixo do solo até à primeira limitação do fuste para uso comercial em serraria (bifurcação ou tortuosidade no tronco).

A qualidade do fuste foi verificada analisando a variação na sua forma, sendo classificada obedecendo ao parâmetro estabelecido pelo ICMBio (2009), que considera:

- Bom - fuste reto e cilíndrico, com aproveitamento comercial superior a 90%;
- Regular - fuste com leve tortuosidade ou defeito, com aproveitamento comercial entre 50 e 90% e
- Inferior - fuste tortuoso, oco ou defeituoso, sem aproveitamento comercial ou com aproveitamento inferior a 50%.

Na figura 7 encontram-se os parâmetros adotados para a classificação da ramificação dos indivíduos de acordo com Silva (2013):

- i) Ramificação 1: Não ramificado pela maior porção da árvore;
- ii) Ramificação 2: Pouco ramificado;
- iii) Ramificação 3: Ramificado;
- iv) Ramificação 4: Muito ramificado.



**Figura 7:** Parâmetros adotados para a classificação da ramificação dos indivíduos: A) Ramificação 1; B) Ramificação 2; C) Ramificação 3; e D) Ramificação 4. Fonte: Silva (2013).

Também foi mensurada a espessura da casca através de paquímetro e o número de fustes e nós através de avaliação visual.

### 3.3.2 Medidor de deformação residual longitudinal

As medições da DRL foram realizadas em 10 árvores de *Viola bicuhyba* e 10 de *Viola gardneri*, sendo 5 de cada classe de diâmetro, em um total de 20 indivíduos. A deformação residual longitudinal foi determinada com auxílio do extensômetro e medida na altura do DAP. Para instalar o extensômetro é necessário remover a casca formando um quadrado (janela) de 15 cm x 15 cm no tronco da árvore (Figura 8). A partir deste, para realizar cada medição, dentro deste painel são fixados dois pinos de metal a uma distância de 45 mm um do outro, no sentido longitudinal do fuste acompanhando a grã (SILVA, C., 2016).



**Figura 8:** Janela formada por remoção de casca para instalação do extensômetro.

Com a ajuda de um arco-de-pua (furadeira manual) é realizado um furo entre os pinos, assim, as tensões de crescimento são liberadas, permitindo a medição da deformação residual longitudinal, como apresentado na figura 9 (LIMA, 2004; FLOREZ, 2012).



**Figura 9:** Extensômetro utilizado na obtenção das tensões residuais longitudinais.

### 3.3.3 Verificação da amplitude de resistência da madeira utilizando o resistógrafo

Foram obtidas duas leituras resistográficas por árvore a altura do DAP, sendo uma na direção norte-sul e outra na direção leste-oeste, em 10 indivíduos de *Virola bicuhyba* e 10 indivíduos de *Virola gardneri*, sendo 5 de cada classe de diâmetro, sempre executando o teste com o equipamento na angulação de 90 graus com o fuste (Figura 10). Após cada furação é gerado um gráfico onde é possível analisar a variação da resistência de penetração da broca, que varia em amplitude de 0 a 100%.



**Figura 10:** Medição da amplitude de resistência à furação da madeira utilizando o resistógrafo.

### 3.3.4 Avaliação da densidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado de incremento

Dentre as 10 árvores amostradas para cada espécie foram selecionados 3 indivíduos dentro de cada classe de diâmetro, totalizando 6 indivíduos de *Virola bicuhyba* e 6 indivíduos de *Virola gardneri* para a realização da avaliação com o trado de 5 mm de diâmetro. Obedecendo às normas estabelecidas pelo manual de utilização do trado as baguetas foram retiradas na altura do DAP e na angulação de 90 graus (Figura 11). Através da obtenção das baguetas foi possível determinar a densidade básica da madeira das espécies trabalhadas.



**Figura 11:** Retirada de bagueta por meio do trado de incremento para avaliação da densidade da madeira.

### 3.3.5 Determinação da densidade básica da madeira

Para a determinação da densidade básica da madeira de *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri* foram utilizadas 3 baguetas para cada classe diamétrica de cada espécie, obtidas pelo trado de incremento. As amostras foram medidas, pesadas e imersas em água por cerca de 20 dias, até que atingissem a saturação completa. Com as amostras saturadas foram realizadas novas medições e pesagens, permitindo a obtenção do volume de cada corpo-de-prova com a utilização de um paquímetro. Em seguida, as baguetas foram levadas para uma estufa de secagem com circulação forçada de ar, à temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até que atingissem peso constante, medido com o auxílio de uma balança digital com precisão de 0,001 g. Após 48 horas na estufa se obteve a estabilização do peso, uma vez obtido os valores de massa seca ( $M_S$ ) e volume saturado ( $V_{sat}$ ), determinou-se a densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) das amostras, em adequação a norma ABNT NBR 7190:1997.

$$\rho_{bas} = \frac{M_S}{V_{sat}} \quad (\text{Equação 1})$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização dendrométrica dos indivíduos

Os valores médios e seus respectivos desvios padrão para o diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (HT), altura comercial (HC) e espessura da casca (EC), assim como, a moda para o número de fustes (NF) e número de nós (NN), para os 10 indivíduos de *Virola bicuhyba* e 10 de *Virola gardneri*, estão apresentados na Tabela 1.

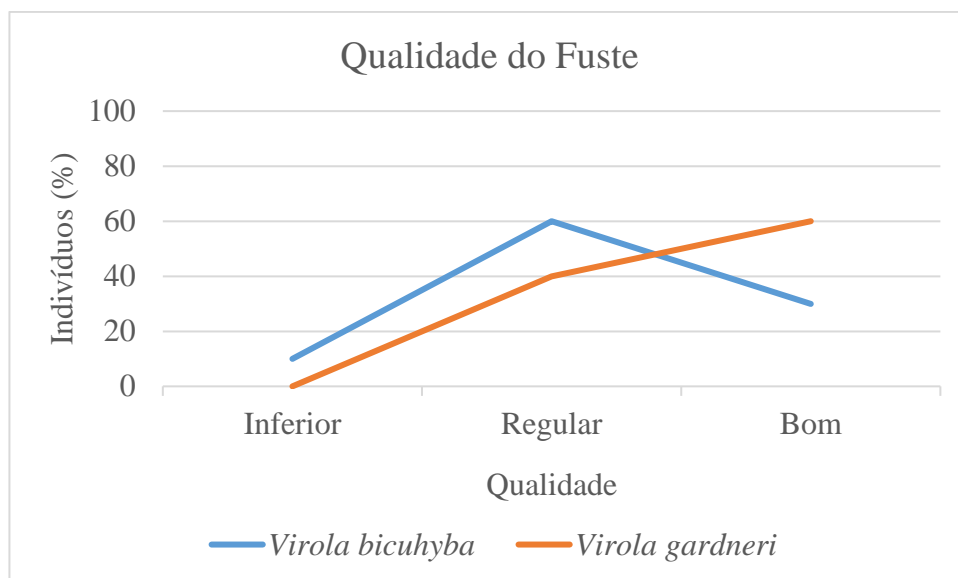
**Tabela 1.** Média das características dendrométricas dos indivíduos de *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri* selecionados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica:

Classe	<i>Virola bicuhyba</i>		<i>Virola gardneri</i>	
	I ( $\leq 35$ )	II ( $> 35$ )	I ( $\leq 35$ )	II ( $> 35$ )
DAP (cm)	27,46 ( $\pm 6,50$ )	44,39 ( $\pm 3,95$ )	30,69 ( $\pm 3,88$ )	62,01 ( $\pm 10,48$ )
HT (m)	18,20 ( $\pm 4,49$ )	25,60 ( $\pm 3,36$ )	20,59 ( $\pm 5,29$ )	26,80 ( $\pm 2,17$ )
HC (m)	6,60 ( $\pm 3,78$ )	12,00 ( $\pm 6,67$ )	9,80 ( $\pm 3,35$ )	15,00 ( $\pm 1,87$ )
EC (mm)	0,19 ( $\pm 0,10$ )	0,35 ( $\pm 0,11$ )	0,21 ( $\pm 0,05$ )	0,51 ( $\pm 0,15$ )
NF	1	1	1	1
NN	0	0	0	0

DAP= diâmetro a altura do peito; HT = altura total; HC = altura comercial; EC = espessura da casca; NF = número de fustes; NN = número de nós. Em que: os valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Através dos resultados dendrométricos percebeu-se que os indivíduos analisados de *Virola gardneri* apresentaram maior diâmetro a altura do peito, altura total, altura comercial e maior espessura da casca, quando comparados aos indivíduos de *Virola bicuhyba*. Quanto ao número de fustes e número de nós as duas espécies apresentaram resultados semelhantes.

Avaliando a qualidade do fuste através da variação na sua forma, obteve-se melhores resultados para a espécie *Virola gardneri*, que apresentou resultados bons para 60% dos indivíduos e regulares para 40% dos indivíduos amostrados, os quais apresentaram respectivamente, fuste reto e cilíndrico, com aproveitamento comercial de 90% e fustes com leve tortuosidade ou defeito, com aproveitamento comercial entre 50 e 90%. Nenhum dos indivíduos dessa espécie foi classificado como inferior, onde, o fuste pode se apresentar tortuoso, oco ou defeituoso, sem aproveitamento comercial ou com aproveitamento inferior a 50%. Para os indivíduos de *Virola bicuhyba* verificou-se 30% dos indivíduos classificados como bons, 60% como regulares e 10% como inferiores (Figura 12).



**Figura 12:** Comparativo entre a qualidade do fuste de *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*.

Quanto a ramificação, de acordo com as avaliações realizadas em campo, pôde-se afirmar que as duas espécies apresentaram apenas dois resultados quanto a classificação: não ramificado pela maior porção da árvore (ramificação 1) e pouco ramificado (ramificação 2). Sendo que, a espécie *Virola bicuhyba* se mostrou melhor, apresentando 80% dos indivíduos não ramificado pela maior porção da árvore e 20% dos indivíduos pouco ramificado, enquanto a *Virola gardneri* apresentou 60% e 40%, respectivamente.

#### 4.2 Densidade básica

Os resultados apresentados na tabela abaixo referem-se aos valores médios de densidade básica obtidos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias da densidade básica de *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*:

Espécie	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dp	CV (%)
<i>Virola bicuhyba</i>	0,41	0,05	12,75
<i>Virola gardneri</i>	0,43	0,06	13,59

$\rho_{bas}$  = densidade básica; Dp = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação.

Como apresentado na Tabela 2 as médias de densidade básica para *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri* foram 0,41 e 0,43g/cm<sup>3</sup> respectivamente; resultados considerados como densidade baixa de acordo com a classificação de Melo et al. (1990), que classifica como madeiras de baixa densidade aquelas que apresentam valores abaixo de 0,550 g/cm<sup>3</sup>, média densidade aquelas com densidade da madeira entre 0,550 e 0,720 g/cm<sup>3</sup>, e madeiras pesadas ou de alta densidade aquelas com valores superiores a 0,730 g/cm<sup>3</sup>.

A densidade é uma das propriedades que mais fornece informações sobre as características da madeira, por estar relacionada com sua resistência e rigidez (MELO e FERREIRA,



2006). Nesse contexto foi realizada a comparação das médias de densidade básica por classe diamétrica das espécies (Tabela 3) e por classe diamétrica e indivíduo médio entre as espécies (Tabela 4).

**Tabela 3.** Médias da densidade básica por classe diamétrica das espécies *Virola bicuhyba* e *Virola garneri*:

Espécie	Classe	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Dp (g/cm <sup>3</sup> )	p (0,05%)	CV(%)
<i>Virola bicuhyba</i>	I ( $\leq 35$ cm)	0,44	0,04	0,34	8,98
	II ( $> 35$ cm)	0,39	0,06		15,88
<i>Virola gardneri</i>	I ( $\leq 35$ cm)	0,42	0,06	0,69	14,67
	II ( $> 35$ cm)	0,44	0,07		15,04

$\rho_{bas}$  = densidade básica; Dp = desvio padrão; p = p valor; CV = coeficiente de variação.

**Tabela 4.** Médias da densidade básica por classe diamétrica e indivíduo médio, entre as espécies *Virola bicuhyba* e *Virola garneri*:

Classe	I ( $\leq 35$ cm)			II ( $> 35$ cm)			Indivíduo Médio		
	Espécie	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	p (0,05%)	C.V. (%)	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	p (0,05%)	CV (%)	$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	p (0,05%)
<i>Virola bicuhyba</i>	0,44 ( $\pm 0,04$ )	0,78	8,98	0,39 ( $\pm 0,06$ )	0,35	15,88	0,41 ( $\pm 0,05$ )	0,53	12,75
<i>Virola gardneri</i>	0,42 ( $\pm 0,06$ )		14,67	0,44 ( $\pm 0,07$ )		15,04	0,43 ( $\pm 0,06$ )		13,59

$\rho_{bas}$  = densidade básica; p = p valor; CV = coeficiente de variação. Em que: os valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Os resultados obtidos pela comparação das classes diamétricas das espécies na Tabela 3 e pelas classes diamétricas e indivíduo médio entre as espécies na Tabela 4, não possuem diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância.

### 4.3 Extensometria

Os resultados apresentados na tabela abaixo (Tabela 5) referem-se aos valores de deformação residual longitudinal obtidos.

**Tabela 5.** Resultados da análise extensométrica para *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*:

Espécie	N	Máximo DRL (mm)	Mínimo DRL (mm)	DRL Médio (mm)	Dp	CV (%)
<i>Virola bicuhyba</i>	10	0,101	0,033	0,062	0,02	37,21
<i>Virola gardneri</i>	10	0,085	0,034	0,049	0,02	33,77

N = número de amostras; DRL = deformação residual longitudinal; Dp = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

A deformação residual longitudinal (DRL) média obtidas no presente trabalho foi de 0,062 mm para *Virola bicuhyba* e 0,049 mm para *Virola gardneri*; sendo que não ocorreu diferença estatística significativa em nível de significância de 5% entre elas. Gonçalves (2009), em seus estudos com *Toona ciliata* (cedro australiano) encontrou resultado semelhante aos do presente trabalho, apresentando média de 0,054 mm de DRL, resultados bastante distintos dos encontrados em pesquisas utilizando o extensômetro no gênero *Eucalyptus*, onde, Rodrigues (2007) encontrou valor médio de DRL de 0,081 mm e Trugilho (2005) 0,090 mm. Inferindo que o cedro australiano, assim como as virolas, não apresenta tantos defeitos em relação a qualidade da madeira como o *Eucalyptus* devido ao fato de suas deformações residuais serem menores.

Os valores encontrados para *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri* foram próximos ao encontrado por Santos (2016), que apresentou resultado de DRL média de 0,054 para *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) e afirmou que o baixo valor de DRL encontrado para a espécie estudada indica produção de madeira com menores tensões de crescimento o que, conseqüentemente possibilita a produção de peças de melhor qualidade, com menores índices de rachaduras e empenamentos. Essas reduções dos defeitos resultam de maneira significativa na qualidade e no rendimento do produto final, agregando um maior valor na comercialização da madeira (RODRIGUES, 2007; CRESPO, 2000).

Foi realizada a comparação entre as médias das classes de cada espécie (Tabela 6) e comparação das classes diamétricas e do indivíduo médio entre as espécies (Tabela 7).

**Tabela 6.** Médias dos valores da análise extensométrica por classes diamétricas:

Espécie	Classe	DRL Médio (mm)	Dp	P (0,05%)	CV (%)
<i>Virola bicuhyba</i>	I ( $\leq 35$ cm)	0,05	0,02	0,08	46,57
	II ( $> 35$ cm)	0,08	0,02		21,33
<i>Virola gardneri</i>	I ( $\leq 35$ cm)	0,05	0,01	0,84	23,10
	II ( $> 35$ cm)	0,05	0,02		44,15

DRL = deformação residual longitudinal; Dp = desvio padrão; p = p valor; CV = coeficiente de variação.

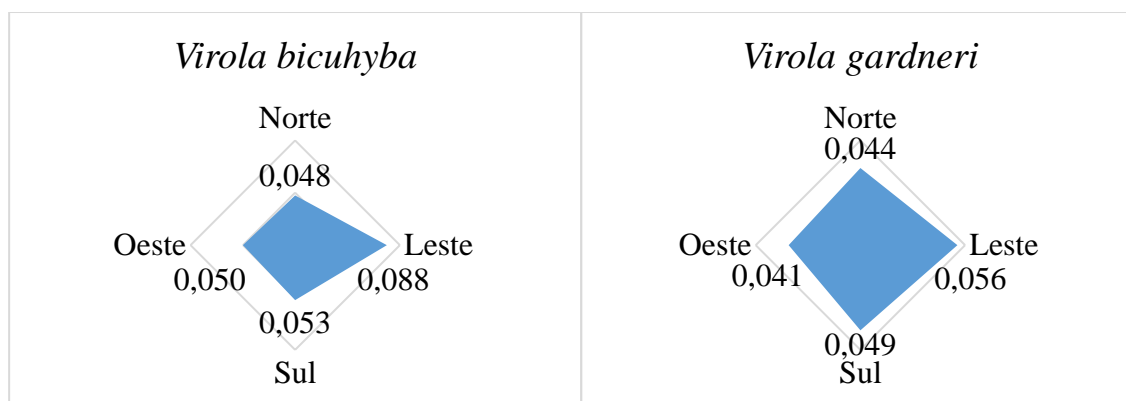
**Tabela 7.** Médias dos valores da análise extensométrica por classes diamétricas e indivíduo médio, entre as espécies *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*:

Classe	I ( $\leq 35$ cm)			II ( $> 35$ cm)			Indivíduo Médio		
	DRL Médio (mm)	p (0,05%)	C.V. (%)	DRL Médio (mm)	p (0,05%)	C.V. (%)	DRL Médio (mm)	p (0,05%)	C.V. (%)
<i>V. bicuhyba</i>	0,05 ( $\pm 0,02$ )	0,87	46,57	0,08 ( $\pm 0,01$ )	0,07	21,33	0,062 ( $\pm 0,023$ )	0,14	12,75
<i>V. gardneri</i>	0,05 ( $\pm 0,01$ )		23,10	0,05 ( $\pm 0,02$ )		44,15	0,049 ( $\pm 0,016$ )		13,59

DRL = deformação residual longitudinal; p = p valor; CV = coeficiente de variação. Em que: os valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Nas Tabelas 6 e 7 observam-se diferenças nas médias comparadas entre as classes diamétricas da mesma espécie, classes diamétricas de espécies diferentes e entre os indivíduos médios, porém nenhuma dessas comparações apresentou diferença significativa ao nível de significância de 5%.

Diferenças de comportamento das tensões de crescimento entre espécies, entre árvores e até mesmo entre toras de uma mesma árvore são normais (SANTOS, 2016). Como foi observado nos resultados da DRL, que se mostraram bastante heterogêneos, no entanto, 50% dos indivíduos de *Virola bicuhyba* e 60% dos indivíduos de *Virola gardneri* apresentaram tendência de uma maior tensão de crescimento na direção leste (Figura 13).



**Figura 13:** Médias totais das tensões por espécie em mm.

Diversos são os fatores que podem estar ligados a esses comportamentos, como genética, condições ambientais, constituição e inclinação do fuste, tipo de grã, presença de madeira de reação, tortuosidade, locais de estudo e idade (VIDAURRE et al. 2015; SCHACHT et al. 1998; CHAFE, 1979).

#### 4.4 Resistografia

Não houve diferença estatística entre os valores mensurados nas direções norte-sul e leste-oeste, portanto a média da amplitude de cada árvore descreve o valor médio, máximo e mínimo das duas direções (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resultados da análise resistográfica obtidos para *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*:

Espécie	N	Amplitude Máxima (%)	Amplitude Mínima (%)	Amplitude Média (%)	Dp	CV (%)
<i>Virola bicuhyba</i>	10	17,50	13,15	15,01	1,29	8,62
<i>Virola gardneri</i>	10	30,20	14,55	18,89	5,03	26,63

N = número de amostras; Dp = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Os resultados encontrados mostram que a média de amplitude para *Virola gardneri* foi de 18,89 % e para *Virola bicuhyba* 15,01 %, tanto nos valores médios, quanto máximo e mínimo a *Virola gardneri* mostrou resultados maiores. Porém, não houve diferença estatística significativa a um nível de 5% de significância. Resultados semelhantes foram encontrados na literatura pelo método de resistografia, como:

Pádua (2009), que obteve amplitude média de 13,69% a 20,93% em árvores de *Eucalyptus urograndis* aos 6 anos de idade. Dias (2011) estudando a mesma espécie com idades entre 2 e 7 anos encontrou amplitude média de 14,34%. Santos (2016) encontrou amplitude média geral para *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) de 16,79%. Xavier (2016), em seu trabalho com *Peltophorum dubium* (canafístula) aos 14 anos de idade, encontrou amplitude entre 17,80% a 25,52%, tendo como valor médio 20,97%.

Foi realizado a comparação entre as médias das classes de cada espécie (Tabela 9), a um nível de significância de 5%.

**Tabela 9.** Média das amplitudes do resistógrafo por classes diamétricas:

Espécie	Classe	Amplitude Média (%)	Dp	P (0,05%)	CV (%)
<i>Virola bicuhyba</i>	I ( $\leq 35$ cm)	14,79	1,74	0,63	46,57
	II ( $> 35$ cm)	15,22	0,80		21,33
<i>Virola gardneri</i>	I ( $\leq 35$ cm)	16,21	1,57	0,09	23,10
	II ( $> 35$ cm)	21,57	6,04		44,15

Dp = desvio padrão; p = p valor; CV = coeficiente de variação.

Analisando os resultados pôde-se notar que não houve diferença estatística significativa a um nível de 5 % de significância na amplitude da resistografia por classes de diâmetro dentro da mesma espécie.

Na Tabela 10 é apresentada a comparação das classes diamétricas e do indivíduo médio entre as espécies.

**Tabela 10.** Médias dos valores de amplitude por classes diamétricas e indivíduo médio, obtidas pelo teste de resistografia entre as espécies *Virola bicuhyba* e *Virola gardneri*:

Espécie	Classe I ( $\leq 35$ cm)			Classe II ( $> 35$ cm)			Indivíduo Médio		
	Amplitude Média (%)	p (0,05%)	C.V. (%)	Amplitude Média (%)	p (0,05%)	C.V. (%)	Amplitude Média (%)	p (0,05%)	C.V. (%)
<i>V. bicuhyba</i>	14,79 ( $\pm 1,74$ )	0,21	11,74	15,22 ( $\pm 0,80$ )	0,04	5,23	15,01 ( $\pm 1,29$ )	0,03	8,62
<i>V. gardneri</i>	16,21 ( $\pm 1,57$ )		9,70	21,57 ( $\pm 6,04$ )		28,01	18,89 ( $\pm 5,03$ )		26,63

p = p valor; CV = coeficiente de variação. Em que: os valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Conforme apresentado na Tabela 10 pode-se notar que as médias de amplitude da classe I não diferiu estatisticamente a um nível de significância de 5 % quando se comparou as espécies *Viola bicuhyba* e *Viola gardneri*, enquanto as médias de amplitude da classe II e o indivíduo médio apresentaram diferença estatística significativa a um nível de 5 % de significância.

#### 4.5 Correlação das metodologias não destrutivas

Nas Tabelas 11 e 12 são demonstrados os resultados obtidos da correlação das análises não destrutivas.

**Tabela 11.** Matriz de coeficientes de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas na espécie *Viola bicuhyba*:

	$\rho_{bas}$	DRL	Resistografia
$\rho_{bas}$	1	0,148 <sup>NS</sup>	-0,458 <sup>NS</sup>
DRL		1	0,687*
Resistografia			1

$\rho_{bas}$ : densidade básica; DRL: deformação residual longitudinal NS: não significativo a nível de 5% de significância; \*: significativo a 95%.

**Tabela 12.** Matriz de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas na espécie *Viola gardneri*:

	$\rho_{bas}$	DRL	Resistografia
$\rho_{bas}$	1	0,381 <sup>NS</sup>	0,359 <sup>NS</sup>
DRL		1	-0,266 <sup>NS</sup>
Resistografia			1

$\rho_{bas}$ : densidade básica; DRL: deformação residual longitudinal NS: não significativo a nível de 5% de significância.

Nos resultados das matrizes das Tabelas 11 e 12 foram avaliados os valores de Pearson com os valores-p, destacando que nos valores-p menores que 0,05 evidencia-se a correlação significativa. No entanto, em todas as correlações realizadas obteve-se resultado não significativo para um nível 5 % de significância.

## 5. CONCLUSÕES

Na avaliação das características dendrométricas das espécies trabalhadas, a *Viola gardneri* mostrou maiores diâmetros a altura do peito, altura total e comercial. Quanto ao número de fustes e nós os resultados foram semelhantes.

A avaliação quanto a qualidade do fuste e ramificação demonstraram que as espécies apresentam bom aproveitamento comercial e poucas ramificações, conferindo-lhes potencial para o segmento moveleiro.

Os valores de densidade básica médios para *Viola bicuhyba* e *Viola gardneri* foram respectivamente 0,41 e 0,43 g/cm<sup>3</sup>, classificados como baixos pela literatura.

A deformação residual longitudinal (DRL) média obtida de 0,062 mm para *Viola bicuhyba* e 0,049 mm para *Viola gardneri*, confere a estas espécies bom potencial para fins madeiros, devido aos níveis de tensões internas de crescimento baixos.

As médias de amplitude da classe II e o indivíduo médio, comparadas entre as duas espécies, apresentaram diferença estatística significativa a um nível de 5 % de significância.

Os resultados médios de densidade básica, resistografia e DRL, para as espécies *Viola bicuhyba* e *Viola gardneri*, não apresentaram correlações a 5% de significância.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGURELL, S.; HOLMSTEDT, B.; LINDGREN, J. E.; SCHULTES, R. E. Alkaloids in certain species of *Virola* and other South American plants of ethnopharmacologic interest. **Acta Chemica Scandinavica**, n. 23, v. 3, p. 903-916. 1969.
- BAILLÈRES, H.; DURAND, P. Y. Non -destructive techniques for wood quality assessment of plantation grown teak. **Bois et Forest dès Tropiques**, v. 54, n. 263, p. 17-20, 2000.
- BALLARIN, A. W.; NOGUEIRA, M. Determinação do módulo de elasticidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* por ultra-som. **Eng. Agríc.**, v. 25, n. 1, p. 19-28, 2005.
- BARRETO, R. M. F. **Uso do hábitat pela preguiça-de-coleira *Bradypus torquatus* Illiger 1811, no sul da Bahia, Brasil.** 2007. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- BITTENCOURT, F. **Estrutura genética de *Virola officinalis* Warb. (myristicaceae) em fragmentos florestais imersos em paisagens com diferentes porcentagens de cobertura vegetal.** 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Estadual Santa Cruz, Ilhéus.
- BRASIL, M. A. M.; VEIGA, R. A. A.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica nas seções transversais do caule e da base do tronco para a copa de eucalipto. IPEF, n. 15, p. 73-82, 1977. In: **Revista Árvore**, Viçosa, 16(2): 209-217, 1992.
- CARRASCO, E. V. M.; AZEVEDO JÚNIOR, A. P. Avaliação não destrutiva de propriedades mecânicas de madeiras através de ultra-som: fundamentos físicos e resultados experimentais. **Revista Cerne**, v. 9, n. 2, p. 178-191, 2003.
- CHAFE, S. C. Growth stresses in trees. **Australian Forest Research**, v. 9, p. 203-223, 1979.
- CNCFlora. *Virola bicuhyba* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012. **Centro Nacional de Conservação da Flora.** Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Virola bicuhyba](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Virola_bicuhyba)>. Acesso em 4 maio 2017.
- CRESPO, E. A. **Tensão de crescimento e suas consequências, controláveis e não controláveis, no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*.** 2000. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- DANTAS, M. S.; ALMEIDA, N. V.; MEDEIROS, I. S.; SILVA, M. D. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 02 n. 01, p. 87-97, 2017.
- DIAS, D. da C. **Uso da resistografia na modelagem da densidade básica de clones de eucalipto.** 2011. 41 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Celulose e Papel). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DOWNES, G. M.; HUDSON, I. L.; RAYMOND, C. A.; DEAN, G. H.; MICHELL, A. J.; SCHIMLECK, R.; EVANS, R.; MUNERI, A. Sampling plantation eucalypts for wood and fiber properties. Melbourne: CISRO, 126 p. 1997.

FAO. **States of the world's forests**. Rome, 2012. p. 24-41. REMADE. Espécies tropicais promissoras. Revista Madeira, Brasília, n. 108, 2007. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

FLÓREZ, J. B. **Caracterização tecnológica da madeira jovem de teca (*Tectona grandis* L.f.)**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GALUPPO, S. C.; CARVALHO, J. O. P. de. **Ecologia, manejo e utilização da *Virola surinamensis* Rol. (Warb.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 38p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 74).

GONÇALVES, S. F. B. **Ferramentas para a avaliação das propriedades da madeira em árvores vivas de *Toona ciliata* (Roemer) e aplicações no melhoramento genético**. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação**. São Paulo, 1997.

LAURANCE, W. F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, 2009.

LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; CRUZ, C. R. Deformações residuais longitudinais decorrentes de tensões de crescimento em eucaliptos e suas associações com outras propriedades. **Revista Árvore**, v. 28, n.1, p. 107-116, 2004.

LOPES, J. G.; VIALÔGO, T. M. L. Unidades de Conservação no Brasil. **Revista JurisFIB**, v. 4, p. 79-109, 2013.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa – SP, Instituto Plantarum, 2008. 381 p.

MAGNANINI, A.; MAGNANINI, C. **Árvores gigantes da terra e as maiores assinaladas no Brasil**. CNRBMA, São Paulo - SP, 2002. 20 p.

MELO, R. R.; PAES, J. B.; LIMA, C. R.; FERREIRA, A. G. Estudo da variação radial da densidade básica de sete madeiras do semi-árido. **Revista Científica Eletrônica De Engenharia Florestal**. n. 07, 2006.

MELO, J. E.; CORADIN, V. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990. v. 3. p. 695-705.



PÁDUA, F. A. **Amostragem para avaliação da densidade básica da madeira de um híbrido de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. t. Blake.** 2009. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal Lavras, Lavras.

PAULA, M. H. de.; MESQUITA, R. R. S.; GONÇALEZ, J. C.; RIBEIRO E. S.; SOUZA, R. S. utilização de métodos não destrutivos para caracterização simplificada da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata* Willd). **Biodiversidade**, v.15, n. 2, p. 136-149, 2016.

PAULINO FILHO, H. F. **Ecologia química da família Myristicaceae.** 1985. 336 f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, São Paulo.

QUINTANILHA, L. G.; LOBÃO, A. Q. Flora do Rio de Janeiro: Myristicaceae. **Rodriguésia**. 68(1): 085-089. 2015.

RAMBALDI, D. M.; MAGNANINI A.; ILHA A.; LARDOSA E.; FIGUEIREDO P.; Oliveira R. F. **A Reserva Da Biosfera Da Mata Atlântica No Estado Do Rio De Janeiro.** 2. ed. São Paulo: São Paulo. 2003. 59 p.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33. n. 5. p. 917-926, 2009.

ROCHA, M. G. B. **Variação da densidade básica e correlações entre caracteres e progênies jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em duas etapas de crescimento.** 1983. 54 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, E. A. C. **Estimação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para a qualidade da madeira de *Eucalyptus* em árvores vivas.** 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Florestas e Produção) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, W. A. Revisão Taxonômica das espécies de *Virola aublet* (Myristicaceae) do Brasil. **ACTA AMAZONICA**, v. 10, 127 p. 1980.

RODRIGUES, W. 2015 *Myristicaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10199>>.

RODRIGUES, W. A. Notas taxonômicas sobre Myristicaceae neotropicais. **Acta Biológica Paranaense**, p. 71-77. 2002.

SANTOS, P. V. **Utilização de métodos não destrutivos na avaliação da qualidade da madeira de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze proveniente de plantios de restauração florestal.** 2016. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SCHACHT, L.; GARCIA, J. N.; VENCOSKY, R. Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v. 54, p. 5568, 1998.

SILVA, C. E. S. **Análise não destrutiva da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell. proveniente de restauração florestal no estado de São Paulo.** 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, E. G. da. **Remanescente da Mata Atlântica de transição e suas potencialidades locais: um estudo no distrito de São José da Mata-PB.** Monografia – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica.** Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

SOUZA, J. S. I. (Coord.) **Enciclopédia Agrícola Brasileira.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1995.

TRUGILHO, P. F. **Tensão de crescimento em árvores vivas de clones de *Eucalyptus* spp. e de *Eucalyptus dunnii* Maiden e propriedades de sua madeira.** 2005. 123 f. Tese (Pós Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 147-160, 2010.

VIDAURRE, G. B.; NUTTO, L; FRANÇA, F. J. N, BRAZ, R. L.; WATZLAWICK, L. W.; MOULIN, J. C. Tensão de Crescimento no Lenho de *Eucalyptus benthamii* e sua Relação com Características Dendrométricas em Diferentes Espaçamentos. **Floresta e Ambiente**, 22(3): 408-415, 2015.

XAVIER, C. N. **Avaliação não destrutiva da qualidade da madeira e do fuste de árvores de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub em área de restauração florestal.** 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ZENID, G. J. **Espécies nativas com potencial madeireiro e moveleiro.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997.

\* \* \*