

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Análise não destrutiva da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell.  
proveniente de restauração florestal no estado de São Paulo.**

**Carlos Eduardo Silveira da Silva**

**2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**Análise não destrutiva da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell.  
proveniente de restauração florestal no estado de São Paulo**

**Carlos Eduardo Silveira da Silva**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Alexandre Monteiro de Carvalho**

*e Co-orientação do Professor*  
**João Vicente de Figueiredo Latorraca**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

**Seropédica, RJ**

**Fevereiro de 2016**

634.98

S586a

T

Silva, Carlos Eduardo Silveira da, 1987-  
Análise não destrutiva da qualidade da  
madeira de Cedrela fissilis Vell.  
proveniente de restauração florestal no  
Estado de São Paulo / Carlos Eduardo  
Silveira da Silva. - 2016.

44 f.: il.

Orientador: Alexandre Monteiro de  
Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e  
Florestais, 2016.

Bibliografia: f. 33-44.

1. Madeira - Qualidade - Teses. 2.  
Madeira - Análise - Teses. 3.  
Reflorestamento - Teses. 4. Cedrela -  
Teses. I. Carvalho, Alexandre Monteiro de,  
1971- II. Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais e Florestais. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**CARLOS EDUARDO SILVEIRA DA SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 25/02/2016

---

Alexandre Monteiro de Carvalho - Prof. Dr. UFRRJ (Orientador)

---

Edvá Oliveira Brito - Prof. Dr. UFRRJ

---

Andrea Vanini - Dra. FioCruz Mata Atlântica

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, a minha família e a todos que cooperaram para a realização desta pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por mais uma conquista.

A minha família, e aos meus amigos de longa data, que entenderam e compreenderam minha distância e que me apoiaram para dar continuidade a esta pós-graduação conciliando com outros compromissos acadêmicos e pessoais.

Aos meus orientadores Alexandre Monteiro de Carvalho e João Vicente de Figueiredo Latorraca.

A ESALQ, em especial aos professores Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal - LERF), Dr. Pedro Henrique Santin Brancalion (Laboratório de Silvicultura Tropical - LASTROP), doutoranda Carina Camargo Silva, pelo auxílio bibliográfico e em campo e a FAPESP pela a oportunidade de ingressar no projeto temático e oferecer o suporte para desenvolver a minha pesquisa.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por auxílio financeiro por meio de Projeto Temático (Processo n. 2013/50718-5).

Um agradecimento especial e mais que merecido ao professor e amigo Dr. Marcos Gervásio Pereira pelo auxílio nas análises, pelas conversas e apoio incondicional em todos os momentos da minha caminhada na graduação e na pós-graduação.

Aos meus amigos da turma de mestrado Pablo Vieira dos Santos, Carolina Nogueira Xavier, José Henrique Pace, Marcelo Vinícius da Silva e Marcelly Alves da Silva. Em especial aos dois primeiros pela essencial ajuda no cumprimento e realização das atividades em campo.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Monte, aos técnicos Tiago Bandeira (DPF/IF/UFRRJ), Dinaldo Pereira (DPF/IF/UFRRJ), aos motoristas Sr. Vitor (LERF/ESALQ) e Sr. Vanderlei Miranda (LERF/ESALQ) pelo auxílio em campo e nas etapas de laboratório. Ao Sr. Manoel, caseiro da fazenda Sant'Ana do Monte Alegre, local onde foi realizada a pesquisa pelo apoio e suporte independente da hora, pelo interesse no desenvolvimento da pesquisa e por proporcionar a equipe incríveis almoços.

Aos meus amigos Thiago Viana, Victoria Monteiro, Rorai Neto, Tainá Cirne, Tiago de Conto, Marianna Santana, Rafael Almeida, Carolina Tavares, Isabella Moreno, Renata Rodrigues, Thais Rodrigues, Rodrigo Martins, Cecília Dias, Wellington Shavershian, Robson Binho, Tiko Rangel, Luciano Mikinho, Amanda Jund, Diego Caputo, Tiago Novaes dos Santos, Marcell Silveira e Tadeu Araújo pelo companheirismo e pelo incentivo.

## RESUMO

SILVA, Carlos Eduardo Silveira. **Análise não destrutiva da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell. proveniente de restauração florestal no estado de São Paulo.** 2016. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A pesquisa foi realizada na Fazenda Sant'Ana do Monte Alegre, localizada no município de Descalvado, São Paulo e seu objetivo foi avaliar a qualidade da madeira do cedro-rosa através de análises não destrutivas e relacionar o seu desenvolvimento à prática de restauração florestal. Selecionaram-se 24 indivíduos de cedro-rosa com 14 anos de idade e estes foram separados em 3 classes diamétricas (árvores com diâmetro menor ou igual a 10 cm, árvores com diâmetro entre 10 e 20 cm de e árvores com diâmetro maior que 20 cm). Foram realizadas análises dendrométricas, de resistografia, de extensometria, tomografia e, com o material obtido através do trado de incremento, foi realizada a densitometria de raios X e a estimativa da densidade básica. Ressalta-se que a tomografia foi realizada nos indivíduos com diâmetro maiores que 20 cm, sendo esta indicação realizada pelo manual do aparelho e por profissionais da área. Os resultados da análise dendrométrica apontaram respectivamente o incremento periódico anual médio de 0,598 cm no diâmetro, 0,264 m na altura e 0,014 m<sup>3</sup> no volume em 3 anos. A densidade básica obteve o valor médio de 466,96 kg/m<sup>3</sup> e a densidade aparente a 15%, realizada através da microdensitometria de raios-X de 528,5 kg/m<sup>3</sup>. A microdensitometria estimou com precisão a idade dos indivíduos. A extensometria apresentou valor médio de 0,044 mm de deformação residual longitudinal (relacionada à presença de tensões de crescimento no fuste) e a tomografia apresentou valor médio de propagação de ondas de 539,72 m/s. Somente 2 indivíduos apresentaram considerada variação no estado fitossanitário da madeira. A resistografia apresentou valor médio de amplitudes (resistência percentual apresentada pela madeira em relação à penetração da broca do aparelho) de 10,591% para as três classes diamétricas. Porém evidenciou-se a presença de diferença estatística entre a classe diamétrica I para as classes II e III, possivelmente devido a aumento da dureza do material, presença de tensões e aquecimento da haste do aparelho. Pode-se concluir que a qualidade da madeira da espécie estudada demonstrou potencial para a indústria madeireira a partir das análises não destrutivas realizadas. As classes diamétricas obtiveram diferença estatística significativa somente na resistografia. As metodologias não destrutivas utilizadas demonstraram que algumas podem se correlacionar com as demais análises não destrutivas podendo ser empregadas para o estudo de propriedades físicas, mecânicas e para o desenvolvimento de espécies florestais nativas sem a utilização da amostragem destrutiva.

**Palavras-chave:** cedro-rosa, propriedades tecnológicas da madeira, florestas nativas.

## ABSTRACT

SILVA, Carlos Eduardo Silveira. **Non-destructive analysis of wood quality of *Cedrela fissilis* Vell. from forest restoration in the state of São Paulo.** 2016. 44 p. Dissertation (Master in Forest and Environmental Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The research was conducted at Fazenda Sant'Ana do Monte Alegre, located in the municipality of Descalvado, São Paulo and its objective was to evaluate the wood quality of cedro rosa through non-destructive analysis and relate their development to the practice of forest restoration. We selected 24 cedro rosa individuals with 14 years of age and these were divided into three diameter classes (trees with a diameter less than or equal to 10 cm, trees with diameter between 10 and 20 cm and trees with diameter greater than 20 cm). Dendrometric analyzes were performed, of resistograph, extensometry, tomography and with the material obtained by increasing auger, densitometry X-ray and an estimated basic density was performed. It is noteworthy that the tomography scan was performed on individuals with a diameter larger than 20 cm, with this statement made by the appliance manual and professionals. The results of the analysis showed dendrometric respectively the regular annual average increase of 0,598 cm in diameter, 0,264 m in height and 0,014 m<sup>3</sup> in volume in three years. The basic density obtained average value of 466,96 kg/m<sup>3</sup> and the apparent density to 15%, performed by densitometry X-rays of 528,5 kg/m<sup>3</sup>. The densitometry accurately estimated the age of individuals. The extensometer averaged 0,0438mm of the respective longitudinal residual strain value and the tomography showed a mean value of wave propagation of 539,72 m/s, emphasizing that only 2 samples had considered variation in the plant health status of wood. The resistograph averaged amplitudes (percentage resistance of the wood with respect to the apparatus drill penetration) showed 10,591% for the three diameter classes. However it showed the presence of significant difference between the diameter Class I to Class II and III, possibly due to increased hardness of the material, the presence of tension and heating the appliance stem. It can be concluded that the quality of wood species studied showed potential for the timber industry from non-destructive analyzes. The diameter classes had significant statistical difference only in resistografia. The non-destructive methodologies demonstrated that some may correlate with the other non-destructive analysis. This information may be employed to study physical, mechanical properties and for the development of native species without the use of destructive sampling.

**Keywords:** cedro rosa, technological properties of wood, native forest.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de Distribuição de <i>Cedrela fissilis</i> Vellozo no Brasil. Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFLORA (2015).....	8
<b>Figura 2.</b> Município de Descalvado, São Paulo. ....	15
<b>Figura 3.</b> Indivíduos selecionados na Fazenda Sant'Ana do Monte Alegre. ....	16
<b>Figura 4.</b> <i>Cedrela fissilis</i> Vellozo. ....	17
<b>Figura 5.</b> Instalação e medição das tensões/deformações de crescimento pelo extensômetro. (A) Abertura da janela; (B) Fixação dos pinos; (C) Instalação e calibração do extensômetro; (D) Perfuração no tronco com o arco de púa e (E) valor estabilizado de tensão liberada. ....	19
<b>Figura 6.</b> Realização da tomografia de impulso. (A) Instalação dos sensores; (B) geração de impulsos através do martelo; (C) imagem 2D representando o tronco de um indivíduo de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. ....	20
<b>Figura 7.</b> Realização da análise resistográfica em indivíduo de <i>Cedrela fissilis</i> Vell.....	21
<b>Figura 8.</b> Retirada de baguetas através do trado de incremento de 12 mm de diâmetro. (A) Posicionamento e perfuração do trado no tronco; (B) retirada da bagueta. ....	22
<b>Figura 9.</b> Confecção e corte dos suportes para obtenção das baguetas para análise em densitômetro de raios X. A: Serra de 2 mm de espessura utilizada para efetuar o corte das baguetas; B: bagueta já cortada no devido suporte.....	22
<b>Figura 10.</b> Climatização das baguetas para densitometria de Raios X. (A) Em câmara climática; (B) Material pronto para ser analisado no densitômetro de Raios X.....	23
<b>Figura 11.</b> Análise realizada no densitômetro de raios-X modelo QTRS- 01X.....	23
<b>Figura 12.</b> Imagens em duas dimensões (2D) fornecida através da tomografia de impulso dos indivíduos de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. pertencentes a classe III. ....	28
<b>Figura 13.</b> Valores estimados e calculados através da contagem de anéis de crescimento de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. ....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados da estatística descritiva dos 24 indivíduos de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. ....	24
<b>Tabela 2.</b> Incremento periódico entre 2012 e 2015. ....	24
<b>Tabela 3.</b> Incremento periódico anual entre 2012 e 2015.....	25
<b>Tabela 4.</b> Densidade básica por classes diamétricas.....	25
<b>Tabela 5.</b> Resultados da análise extensométrica dos 24 indivíduos de <i>Cedrela fissilis</i> Vell. ....	26
<b>Tabela 6.</b> Médias dos valores da análise extensométrica por classes diamétricas.....	26
<b>Tabela 7.</b> Valores de deformação residual longitudinal encontrados em outros trabalhos científicos. ....	27
<b>Tabela 8.</b> Velocidades médias da tomografia de impulso nos indivíduos da Classe III.....	28
<b>Tabela 9.</b> Média das amplitudes do resistógrafo por classes diamétricas.....	29
<b>Tabela 10.</b> Resultados da densitometria de raios X dos 24 indivíduos de <i>Cedrela fissilis</i> Vell...30	
<b>Tabela 11.</b> Matriz de coeficientes de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas. ...31	

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo geral .....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
3. REVISÃO GERAL DE LITERATURA .....	3
3.1. Florestas brasileiras .....	3
3.1.1. Importância ecológica das florestas .....	4
3.1.2. Importância econômica .....	4
3.1.3. Importância social .....	5
3.2. Desmatamento das florestas brasileiras .....	5
3.3. Restauração florestal .....	6
3.4. <i>Cedrela fissilis</i> Vell. ....	8
3.5. Segmento madeireiro .....	9
3.5.1. Indústria Moveleira .....	9
3.6. Análise não destrutiva .....	10
3.6.1. Análise dendrométrica .....	10
3.6.2. Propriedades físicas .....	11
3.6.2.1. Densidade básica .....	11
3.6.3. Verificação de deformações/tensões da madeira utilizando o extensômetro ...	11
3.6.4. Verificação do estado sanitário do fuste comercial utilizando a tomografia de impulso.....	12
3.6.5. Verificação da densidade da madeira utilizando o resistógrafo.....	13
3.6.6. Avaliação da qualidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado.....	13
3.6.7. Avaliação das propriedades do lenho através da densitometria de Raios-X ...	14
4. MATERIAL & MÉTODOS .....	14
4.1. Descrição do local das determinações de campo .....	14
4.1.1. Histórico da área .....	15
4.2. Amostragem .....	16

4.3.	Análise dendrométrica .....	17
4.3.1.	Incremento periódico (IP).....	18
4.3.2.	Incremento periódico anual (IPA).....	18
4.4.	Propriedades físicas .....	18
4.4.1.	Densidade básica.....	18
4.5.	Verificação de deformações/tensões da madeira utilizando o extensômetro.....	19
4.6.	Verificação do estado de sanidade do fuste comercial utilizando a tomografia de impulso .....	20
4.7.	Verificação da densidade da madeira utilizando o resistógrafo.....	21
4.8.	Avaliação da qualidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado	21
4.9.	Densitometria de Raios-X .....	22
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5.1.	Análise dendrométrica .....	24
5.2.	Propriedades físicas .....	25
5.2.1.	Densidade básica.....	25
5.4.	Extensometria.....	26
5.5.	Tomografia de impulso.....	27
5.6.	Resistografia .....	29
5.7.	Densitometria de Raios X.....	29
6.	CONCLUSÕES .....	31
7.	RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA.....	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

Dos 886 milhões de hectares de cobertura florestal pertencente à América Central e do Sul, 61% encontram-se no Brasil, tornando o país o segundo em cobertura florestal no mundo, superado apenas pela Rússia (BNDES, 2002). A cobertura florestal brasileira está estimada em 463 milhões de hectares. Desses, estima-se que 98,5% sejam constituídos pela floresta natural, localizada predominantemente na região Norte do país (SFB, 2014).

As florestas do Brasil têm uma crescente importância econômica. Em 2009, o setor florestal brasileiro respondeu por cerca de 5% do Produto Interno Bruto (PIB), de 8% das exportações e gerou cerca de 3,9 milhões de empregos diretos e indiretos (EMBRAPA, 2010). Nas florestas nativas, o principal segmento é o setor madeireiro que opera na Amazônia Legal (VERÍSSIMO, 1998). Entretanto, nossas florestas nativas tem sido alvo de intensivo desmatamento com o passar das últimas décadas.

A agropecuária, a expansão urbana, a construção de empreendimentos de energia, como usinas hidrelétricas, e o próprio consumo da população são os principais motivos que levam ao desmatamento florestal no Brasil (ICMBio, 2014).

De acordo com o ICMBio (2014) a agropecuária afetou no último ano 458 espécies, incluindo aves e peixes, seguida da expansão urbana, com 254 e dos empreendimentos de energia, que somaram 187 espécies ameaçadas.

As regiões Nordeste, Sul e Sudeste, onde estão concentrados 85% da população brasileira, foram as mais atingidas por desflorestamentos provocados pelas necessidades de urbanização e crescimento econômico (BNDES, 2002).

A Mata Atlântica, um dos biomas mais ameaçados do mundo, possui um das maiores diversidades biológicas do planeta. Além disso, a Mata Atlântica oferece serviços ambientais (especialmente, conservação dos mananciais de água) para cerca de metade da população do Brasil (VERÍSSIMO, 2005).

Por não haver planejamento, o desmatamento seguido pelo uso do fogo é considerado predatório em função dos severos danos que causa ao meio ambiente, gerando, inclusive, enormes passivos ambientais (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

Para atenuar o desmatamento, práticas de restauração florestal têm crescido em critérios de estudo para propiciar ao meio ambiente recursos para se estabilizar e desenvolver a fim de retornar a uma condição natural.

De acordo com o Manual de Restauração Florestal do “The Nature Conservancy” (2013), a restauração florestal é uma prática antiga na história de diferentes povos, regiões e épocas que visavam relacionar a difícil tarefa de reconstruir a floresta buscando também o restabelecimento da biodiversidade, da estrutura e de complexas relações ecológicas da comunidade (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

Ainda de acordo com Rodrigues & Gandolfi (2004), benefícios ambientais proporcionados pela restauração florestal são bem estabelecidos pela ciência, mas somente puderam ser entendidos após anos de pesquisas em áreas que sofreram com os desmatamentos e a devastação das florestas. Dada a proximidade com as fontes naturais de água (nascentes, rios e córregos), utilizadas para a pecuária e outras atividades agrícolas, muitas dessas aberturas não respeitaram as áreas protegidas por lei, principalmente as áreas de preservação permanente (APP's).

Para avaliar o desenvolvimento de indivíduos arbóreos utilizados em restauração florestal estão sendo utilizadas metodologias de análise que não efetuam a derrubada da árvore, sendo denominados a estas metodologias análises não destrutivas.

A avaliação não destrutiva é definida como a ciência de identificar as propriedades físicas, químicas e mecânicas de uma peça de determinado material sem, no entanto, alterar suas capacidades de uso final (ROSS et al., 1999). O critério de eficiência desta caracterização não realiza a extração de corpos-de-prova, uma vez que a avaliação é feita na própria peça ou estrutura. Para que os métodos de amostragem não destrutiva sejam confiáveis é necessário um ajuste prévio do método e do equipamento utilizado, a fim de se obter uma maior segurança e confiabilidade nos resultados (OLIVEIRA, 2011).

Os ensaios não destrutivos apresentam como principais vantagens à rapidez na coleta de dados, o baixo custo de aplicação e a possibilidade de avaliação de um grande número de indivíduos (GOMES, 2007).

Segundo Gomes (2007), a avaliação não destrutiva da madeira é uma importante ferramenta para o conhecimento da variação existente entre indivíduos e a classificação de materiais no campo. As técnicas não destrutivas têm sido cada vez mais utilizadas por vários setores industriais. Existem vários métodos e equipamentos para a avaliação não destrutiva da madeira. O uso desses métodos e os ensaios não destrutivos, relacionados diretamente com propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira é uma realidade.

De acordo com Oliveira (2011) com o passar dos anos e o incremento da tecnologia muitos pesquisadores desenvolveram pesquisas utilizando amostragem não destrutiva, entre eles, o extensômetro (SOUZA, 2002; TRUGILHO, 2005; CARDOSO JÚNIOR, 2004; PÁDUA, 2009), ultra-som (BARTHOLOMEU; GONÇALVES; HERNÁNDEZ, 1998; BERALDO; RODRIGUES; MENDES, 2006; BUCUR, 1995; GONZÁLEZ; KARSULOVIC, 2000), ondas de tensão (BERTHOLF, 1965; CRUZ, 2000, 2006; HEARMON, 1966; KAIRSERLIK; PELLERIN, 1977; OLIVEIRA, 2005; ROSS, 1985; ROSS; PELLERIN, 1994), aquisição de imagens (BARADIT; AEDO; CORREA, 2005) e resistografia (GANTZ, 2002; HEIN, 2006; OLIVEIRA, 2005; RODRIGUES, 2007). A grande maioria destas pesquisas foi realizada em espécies que não são nativas do território brasileiro, assim ressaltando a importância desta pesquisa e da demanda de informações destas espécies em ensaios não destrutivos.

Estas pesquisas têm contribuído para o avanço do conhecimento da variabilidade natural da madeira, permitindo a identificação de materiais que possuam madeira mais homogênea e livre de defeitos internos (ocos e podridão), o que auxilia na escolha da forma mais adequada de sua utilização (GOMES, 2007; OLIVEIRA, 2011).

A espécie *Cedrela fissilis* Vell. foi avaliada nesta pesquisa devido a seu histórico de exploração, comercialização e seu potencial madeireiro, comprovado através de ensaios destrutivos e tendo como matéria-prima áreas diferentes das restauradas consideradas neste trabalho. Referências de trabalhos anteriores são encontradas nas publicações dos autores Lorenzi (2002), Salomone (2011) e Silva (2013). Não foi possível realizar a derrubada dos indivíduos analisados para se efetuar a correlação com os dados das análises não-destrutivas. Por esta razão, a comparação foi realizada com valores encontrados na literatura.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a madeira de *Cedrela fissilis* Vell. amostrada em plantio de restauração florestal, verificando seu potencial para fins madeireiros, através de análises não destrutivas.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar a influência do diâmetro na qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell.;
- Analisar as tensões de crescimento através da avaliação da deformação residual longitudinal (DRL) na madeira de *Cedrela fissilis* Vell.;
- Verificar o perfil fitossanitário da madeira através da tomografia de impulso na madeira de *Cedrela fissilis* Vell.;
- Verificar a densidade da madeira através da amplitude da resistografia na madeira de *Cedrela fissilis* Vell.;
- Avaliar o perfil radial da densidade da madeira através da densitometria de raios X;
- Correlacionar as metodologias não destrutivas utilizadas e a classificação em classes diamétricas de *Cedrela fissilis* Vell. a fim de confirmar sua eficiência.

## **3. REVISÃO GERAL DE LITERATURA**

### **3.1. Florestas brasileiras**

O Ministério do Meio Ambiente (2007) estima que a área de florestas nativas nos biomas brasileiros corresponde a 509.803.545,00 hectares. Já a área correspondente às florestas plantadas é de 6.516.000,00 hectares (ABRAF, 2012).

Possuindo tamanha dimensão a importância da floresta pode ser destacada no que se refere aos serviços que ela desempenha em diferentes áreas de conhecimento.

De acordo com o SFB (2012) a definição de bens e serviços tem origem nas ciências econômicas. Bens são definidos como tudo aquilo que seja útil ao homem, com ou sem valor econômico – ex: madeira, alimentos, fármacos, resinas, óleos, água e outros. Os serviços são prestações de assistência ou realização de tarefas que contribuem para satisfazer as necessidades humanas, sejam elas individuais ou coletivas – ex: sequestro de carbono, regulação do clima, regulação do ciclo hidrológico, controle de erosões e outros.

Tendo o conhecimento destas definições pode-se dizer que os principais bens e serviços que os ecossistemas florestais nativos oferecem são: fonte de material genético; matérias-primas tais como madeira, combustíveis e fibras; controle biológico; fornecer alimento através da pesca, caça, frutos e sementes; produtos farmacêuticos; recreação, ecoturismo e lazer; recurso educacional; armazenamento de água em bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos; valor cultural – estético, artístico, científico e espiritual; controle de erosão, enchentes, sedimentação e poluição; armazenamento de água em bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos; controle de distúrbios climáticos como tempestades, enchentes e secas; proteção de habitats utilizados na reprodução e migração de espécies; tratamento de resíduos e filtragem de produtos tóxicos;

regulação dos níveis de gases atmosféricos poluentes; regulação de gases que afetam o clima e ciclagem de nutrientes (SFB, 2012).

Os bens e serviços oferecidos pelas florestas nativas tem merecida importância, os mesmos também podem ser destacados nas florestas plantadas tais como: a produção de madeira, a produção de produtos não madeireiros e serviços ambientais relacionados à recuperação de áreas degradadas e desertificadas, proteção e fortalecimento da biodiversidade, manutenção da fertilidade do solo, proteção de recursos hídricos, mitigação do efeito estufa e sua contribuição econômica (GARLIPP & FOELKEL, 2009).

### **3.1.1. Importância ecológica das florestas**

A importância ecológica refere-se à biodiversidade e os serviços ambientais que tenham relevância ecológica, atribuindo às florestas demasiada importância. Merecem destaque as florestas nativas, pois são as maiores fontes de diversidade ecológica, também chamada de biodiversidade, uma das maiores riquezas do Brasil, mas que ainda é pouco conhecida.

Essa variedade de organismos vivos pode tornar-se bem econômico, como princípios ativos de plantas, fonte de alimentos e, ainda, fonte de tecnologia através de biomimetismo (tecnologia que imita a natureza).

Devido a este alto valor da biodiversidade, o governo brasileiro vem criando inúmeras Unidades de Conservação para garantir a manutenção deste recurso. Ambos os tipos de floresta oferecem outros inúmeros serviços ambientais, entre eles pode-se destacar: a regulação do clima, o sequestro de carbono, a conservação dos recursos hídricos, conservação do solo e a manutenção dos ciclos de chuva (em especial a Floresta Amazônica) (SFB, 2012).

### **3.1.2. Importância econômica**

O Serviço Florestal Brasileiro (2012) afirma que as florestas, tanto nativas quanto plantadas, são essencialmente importantes para a economia brasileira. Todos os setores produtivos estão direta ou indiretamente ligados aos produtos florestais, como exemplos: a indústria de base usa carvão vegetal como fonte de energia, a construção civil utiliza madeira e a agricultura necessita dos serviços ambientais fornecidos pelas florestas.

Os recursos florestais são responsáveis por 5% do Produto Interno Bruto nacional e pela geração de cerca de 3,9 milhões de empregos (EMBRAPA, 2010).

Existe uma crescente demanda para os produtos oriundos da floresta. Estes produtos são divididos em produtos madeireiros e produtos não madeireiros.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2013) produto madeireiro é considerado qualquer material lenhoso passível de aproveitamento para estacas, lenha, serraria, poste, moirão, entre outros. Já os produtos florestais não madeireiros (PFNM) são produtos não lenhosos de origem vegetal, tais como resina, cipó, sementes, plantas ornamentais, plantas medicinais, óleo, entre outros, como sequestro de carbono, conservação genética e outros benefícios oriundos da manutenção da floresta.

Fiedler et al. (2008) afirmam que na última década devido a um maior conhecimento sobre as florestas ocorreu um aumento do interesse de produtos não madeireiros e que a exploração consciente destes produtos é uma valiosa ferramenta para populações rurais, que dependem da floresta para sua subsistência.



Atualmente cerca de 150 tipos de PFNMs apresentam destaque no comércio internacional. Outra função deste tipo de produto é o seu papel no desenvolvimento sustentável e conservação da diversidade biológica (WWF, 2015).

Segundo Silva (2003) ainda não há instrumento econômico definido para se determinar o valor econômico de uma floresta já que o ramo da economia denominado economia florestal ainda não apresenta relativo desenvolvimento. Porém, já existem correntes de economistas, merecendo destaque, como exemplo o caso do Professor Robert Constanza da Universidade de Maryland que trabalha no aperfeiçoamento de uma metodologia para se quantificar os benefícios intangíveis de uma floresta.

### **3.1.3. Importância social**

O Serviço Florestal Brasileiro (2012) afirma que tanto florestas naturais quanto às plantadas podem ser instrumentos de inclusão social.

Um tema que vêm sendo pesquisado é o manejo comunitário, especialmente na região amazônica. O manejo comunitário auxilia as comunidades tradicionais a aumentar a sua renda de forma a administrar a floresta de forma organizada para obter um ganho econômico e assim melhorar suas condições de vida.

De acordo com Hoeflich et al. (2007) as funções sociais ligadas ao setor florestal são questões complexas e que necessitam de recursos financeiros e humanos. São temas de grande relevância já que envolvem pequenas propriedades extrativistas e comunidades dependentes de sistemas naturais.

Além destes aspectos mais evidentes, são também temas de relevância social o aumento da produtividade do trabalhador florestal, o treinamento para maior mobilidade e ascensão profissional, a educação ambiental para a promoção de uma consciência conservacionista voltada para o uso racional dos recursos escassos e substituição de fontes não renováveis de energia e matéria-prima.

A questão social das florestas merece atenção especial dos governos para que a imensa riqueza delas produzida não concentre renda, mas gere benefícios para todo o povo brasileiro, trazendo inclusão social e riqueza nacional (SFB, 2012).

## **3.2. Desmatamento das florestas brasileiras**

Os bens e serviços das florestas são afetados pelo desmatamento, prática que segundo o IBAMA (2012) objetiva a supressão total da vegetação nativa (toda vegetação original, remanescente ou regenerada, caracterizada pelas florestas, capoeiras, cerradões, cerrados, campos, campos limpos, vegetações rasteiras, etc.) de determinada área para o uso alternativo do solo, logo, qualquer descaracterização que cause a supressão de uma vegetação nativa de uma determinada área é considerada desmatamento.

Esta prática teve início na colonização onde as florestas da região costeira começaram a ser exploradas visando o comércio das chamadas madeiras nobres, por exemplo, jacarandá e o pau-brasil. Silva (2001) afirma que na segunda metade do século XVII Portugal passava por uma profunda crise econômica devido à perda do monopólio do comércio de açúcar para os holandeses. A exploração dos recursos florestais apresentou-se como opção frente à crise. Logo, teve início à extração de produtos da floresta e à medida que se ampliava o conhecimento se intensificava a extração visando absorver tais produtos e comercializá-los para outros países da

Europa. A partir deste ponto a prática do desmatamento começou a ser realizada no território brasileiro.

Segundo Leão (2000), esta exploração excessiva dos recursos naturais, com a substituição gradativa da vegetação original por áreas de cultivo ou pastagens, acabou por criar enormes desertos, tornando o solo mais pobre e incapaz de suprir as necessidades dos habitantes causando o esgotamento de estoques de madeira, destruição do solo, aumento do efeito de desertificação e do “efeito estufa”.

### **3.3. Restauração florestal**

Naves (2013) versa que no princípio a recuperação de áreas degradadas não era respaldada em bases científicas. O objetivo era estabelecer uma cobertura florestal, no intuito de proteger principalmente os recursos hídricos e evitar processos erosivos do solo (MELO; DURIGAN. 2007). Com o insucesso de muitas iniciativas houve a necessidade do aprimoramento das técnicas e principalmente do desenvolvimento de uma base teórica para a orientação de projetos de restauração. A restauração passou a ser embasada na ecologia teórica, começando pelo objetivo de refazer a trajetória sucessional, até que se chegasse a ecossistemas clímax, entretanto essa meta tornou-se inviável também, visto que esses ecossistemas clímax tiveram trajetórias e condições ambientais próprias (BELLOTO, GANDOLFI, RODRIGUES, 2009).

Recentemente o objetivo da restauração ecológica passou a ser o reestabelecimento dos atributos do ecossistema fundamentado principalmente nos grupos ecológicos. É desejável que essas florestas restauradas contribuam com a conservação da biodiversidade e aumentem a conectividade entre fragmentos.

Nesse contexto de degradação e fragmentação, Duarte (2013), afirma que devido à grande importância do bioma, são urgentes medidas de conservação da porção que restou da Mata Atlântica, e de restauração das áreas que foram indevidamente desmatadas (PINTO et al., 2009). Atualmente, a restauração ecológica visa a restabelecer processos ecológicos que possibilitam a reconstituição da floresta e sua permanência autossustentável ao longo do tempo (BELLOTTO et al., 2009).

As florestas resultantes de restauração ecológica não se tornam idênticas às originais, quanto à composição de espécies, apesar de que se sabe que não há duas áreas florestais de composição idêntica, pois o grau de semelhança florística varia mesmo entre áreas preservadas de uma mesma formação. Com a restauração, contudo, podem ser retomados muitos serviços ambientais e serem recuperados vários componentes da biodiversidade original (CHAZDON, 2008).

A restauração ecológica pode ainda atuar na formação de corredores e ter um papel fundamental na conservação ao proporcionar a conexão de fragmentos (RIBEIRO et al., 2009). De acordo com o Manual de Restauração Florestal do “The Nature Conservancy” (2013), os benefícios relacionados aos serviços ambientais gerados pela restauração florestal, principalmente em áreas protegidas por lei (APP’s e RL’s) vão além daqueles puramente ligados às questões ambientais, e a ideia de que a sociedade como um todo também se beneficia nesse processo tem conferido à restauração florestal uma posição de destaque na adequação ambiental de propriedades rurais, justamente por incorporar também os benefícios sociais e econômicos.

Esse entendimento deve ocorrer em função da capacidade que a restauração florestal possui de devolver às áreas restauradas as condições mínimas que garantam ao mesmo tempo o cumprimento da legislação ambiental brasileira, a continuidade de atividades econômicas e os

serviços ambientais responsáveis pela sustentabilidade em longo prazo. A restauração florestal em áreas degradadas e protegidas por lei (áreas de preservação permanente e reserva legal) é de extrema importância não apenas para a restauração e conservação da biodiversidade (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

As ações de restauração florestal devem sempre ser pautadas na observância e cumprimento da legislação ambiental brasileira, caso contrário, expõem o produtor rural a sanções penais como o pagamento de multas, embargo da comercialização de produtos agropecuários, restrição de crédito, entre outros. O texto principal (Lei) cujo conteúdo deve ser observado é o Novo Código Florestal (Lei 12.727 de 17 de outubro de 2012). Decretada pelo Congresso Nacional e sancionada pela Presidência da República, a referida Lei dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revogam as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, 7.754, de 14 de abril de 1989 e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; dando também outras providências (TNC, 2013).

O Novo Código Florestal define Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal da seguinte forma. Área de preservação permanente é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Reserva Legal é área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

De acordo com Brancalion (2010), a restauração florestal tem o objetivo de restabelecer florestas para que sejam capazes de se autoperpetuar, ou seja, sejam biologicamente viáveis e que não dependam de intervenções humanas constantes.

As iniciativas de restauração de florestas tropicais visam ao cumprimento da legislação ambiental, ao restabelecimento de serviços ecossistêmicos e/ou a proteção de espécies nativas locais, também potencializando os serviços de conservação da biodiversidade prestados pelas paisagens muito antropizadas (TABARELLI et al., 2010).

O uso de somente espécies nativas (atualmente apenas recomendado pelo parágrafo único do artigo 19 da Lei 4771/65) e, principalmente, a determinação de que o processo sucessional deve ser considerado na estratégia destes projetos é a forma mais segura de atender o conceito de restauração previsto na legislação (ESPINDOLA, 2005).

Assim, confirmando a ideia de Brancalion (2010) de que a diversidade biológica não é apenas variável-chave para a obtenção de florestas viáveis e que são naturalmente ricas em espécies, mas representa, também, alvo importante das próprias ações de restauração.

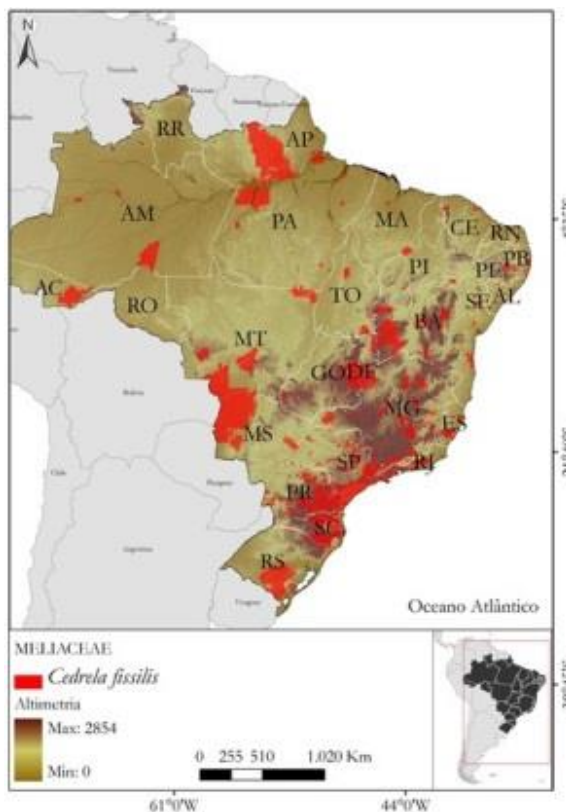
No âmbito da Mata Atlântica e da conservação de sua biodiversidade, as florestas restauradas devem ser analisadas como elemento capaz de ampliar a probabilidade de persistência das espécies nativas nas paisagens antrópicas, proporcionando a reintrodução seja por sementes ou mudas de espécies de plantas já extintas local ou regionalmente, oferecendo novas áreas de habitat florestal rico em espécies, aumentando a conectividade estrutural e funcional da paisagem, reduzindo os efeitos de borda ao redor de unidades de conservação e restabelecendo fluxos ecossistêmicos. Ou seja, a restauração ecológica é uma ferramenta-chave no planejamento e implementação de ações de conservação da biodiversidade (TABARELLI et al., 2010).

### 3.4. *Cedrela fissilis* Vell.

A espécie *Cedrela fissilis* Vellozo, pertencente à família Meliaceae também é conhecida como cedro-amargo, cedro-amargoso, cedro-batata, cedro-branco, cedro-cheiroso, cedro-do-amazonas, cedro-manso, cedro-verdadeiro, cedro-vermelho e cedro-rosa. Este último foi o alvo da presente pesquisa.

Gouvêa (2005) afirma que a família Meliaceae é uma das mais importantes famílias com espécies de grande interesse econômico e de alto potencial madeireiro no mundo, e devido a esse potencial são exploradas em florestas tropicais de todo o mundo.

Segundo Carvalho (1994), o cedro é uma espécie rara, porém presente em diversos tipos de formações florestais brasileiras (Figura 1), por ser adaptado aos tipos climáticos, segundo a classificação de Koeppen. É presente em climas temperado úmido, subtropical úmido, subtropical de altitude e tropical, podendo ocorrer em altitudes de 5 a 1.800 metros.



**Figura 1.** Mapa de Distribuição de *Cedrela fissilis* Vellozo no Brasil. Fonte: Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFLORA (2015).

O cedro é uma árvore caducifólia, que normalmente ocorre em solos úmidos e profundos, de textura argilosa a areno-argilosa e bem drenados. A espécie não se desenvolve bem em solos mal drenados, rasos ou com lençol freático superficial.

Carvalho (1994), afirma que a madeira de *Cedrela fissilis* Vell. é uma das madeiras mais valorizadas no mercado nacional e internacional. Este fato se deve a coloração castanha rosada da madeira do cedro ser semelhante à de mogno, e diferentemente deste, possuir baixa densidade, o

que possibilita seu uso diversificado. Devido a este fator, a espécie está sendo implantada em projetos de restauração florestal no interior de São Paulo.

A silvicultura da espécie é problemática e não há plantios monoculturais de *Cedrela fissilis* Vell. devido ao ataque da broca *Hypsipyla grandella*, que destrói a gema apical das plantas jovens, impedindo o seu desenvolvimento, transformando as árvores em arbustos e ocasionando alta mortalidade das mesmas (RIBASKI, 2002).

A estratégia evolutiva adotada pela espécie para fugir do ataque da broca-do-cedro está relacionada com a baixa densidade de árvores por hectare (CASTILHO et al, 1997).

Sua altura varia entre 10 e 25m e DAP (diâmetro à altura do peito), entre 40 e 80 cm. Apresenta tronco reto ou pouco tortuoso, com fuste de até 15m. A copa é alta e em forma de corimbo, o que a torna muito típica.

Sua madeira possui massa específica entre 0,47 e 0,61 g/cm<sup>3</sup>, a 15% de umidade, e densidade aparente de 530 kg/m<sup>3</sup>, sendo considerada moderadamente densa (JANKOWSKY et al., 1990).

A madeira de cedro é uma das madeiras de espécie nativa de maior importância econômica para o Brasil (XAVIER, 2003), porém devido à exploração extrativista ao longo do tempo, a mesma está em extinção no ecossistema brasileiro (PAULILO et al., 2007), além de existir uma carência de informações sobre processos que viabilizem o seu plantio em programas de reconstituição e, ou, plantios para fins comerciais (RAUBER, 2010).

Além disso, a *Cedrela fissilis* Vell. possui relevante importância na recuperação florestal de áreas degradadas e matas ciliares, onde não ocorrem inundações (DURIGAN, 2002).

### **3.5. Segmento madeireiro**

Segundo o SFB (2016) o setor florestal brasileiro tem aumentado sua participação internacionalmente. Apesar de se inserir no comércio mundial, o setor encontra dificuldades para expandir seus negócios, especialmente na região Amazônica, devido às restrições impostas pela legislação.

Porém, apesar de sua relevância na economia nacional é um setor que enfrenta problemas como as elevadas taxas de desmatamento ilegal de florestas nativas e a intensiva silvicultura de florestas plantadas com alta produção e estruturas sofisticadas (SFB, 2016).

#### **3.5.1. Indústria Moveleira**

De acordo com Gorini (2000), a indústria moveleira é caracterizada pela reunião de diversos processos de produção, que envolve diferentes matérias-primas e uma diversidade de produtos finais, e pode ser segmentada, principalmente, em função dos materiais em que os móveis são confeccionados (madeira, metal e outros), assim como de acordo com o uso a que são destinados.

A segmentada demanda por móveis varia de acordo com o nível de renda da população e o comportamento de alguns setores da economia, particularmente a construção civil. A amplitude de renda da demanda torna o setor muito sensível às variações conjunturais da economia, sendo um dos primeiros a sofrer os efeitos de uma recessão. O gasto com móveis, em geral, situa-se de 1% a 2% da renda disponível das famílias, depois dos impostos (GORINI, 2000).

Apesar da possível substituição, em algumas aplicações por novos materiais, a madeira continua sendo o insumo central na produção de móveis. A cadeia produtiva da madeira pode ser

segmentada em três grandes vertentes, se considerados os distintos usos finais. São elas: o processamento mecânico, o de papel e celulose e, o de energia, representado pela lenha e carvão vegetal (IBQP, 2002), citado por Júnior (2004).

Além da tecnologia, os demais fatores de competitividade da indústria de móveis relacionam-se com novas matérias-primas, design, especialização da produção, estratégias comerciais de distribuição, entre outros. A dinâmica das inovações baseia-se, principalmente, naquelas que se referem ao produto, através do aprimoramento do design e da utilização de novos materiais (GORINI, 2000).

Segundo o IPEF (2014), a madeira serrada de cedro pode ser usada em movelaria, construção civil, naval, aeronáutica entre outras (LORENZI, 1992). Seu alto valor agregado afirma sua utilização intensiva no que se refere ao setor moveleiro. Sua madeira laminada e serrada, no comércio de São Paulo, está respectivamente cotada a R\$ 6,81/m<sup>2</sup> (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 2005) e R\$2.698,41/m<sup>3</sup> (SEFA, 2015).

### **3.6. Análise não destrutiva**

De acordo com Pádua (2009), os métodos ou ensaios não destrutivos são importantes ferramentas de avaliação das propriedades da madeira, pois são técnicas que visam qualificar o material sem que haja o comprometimento do seu uso futuro. Dessa forma, os métodos propiciam uma economia de tempo e de custos no preparo das amostras, ao contrário da amostragem destrutiva.

#### **3.6.1. Análise dendrométrica**

As características dendrométricas, tais como diâmetro, altura total, comercial, variáveis na forma do fuste, presença de nós, volume de madeira e de casca interferem diretamente na eficiência e produtividade de uma indústria.

Com estes dados foi possível calcular o incremento periódico e o incremento periódico anual. O primeiro refere-se ao o crescimento do fator dendrométrico considerado durante um determinado período no tempo. Esta é uma das formas mais usuais de expressar o crescimento, principalmente no caso das florestas nativas (SCOLFORO, 1998).

Já o incremento periódico anual é a média do crescimento da árvore ou da população florestal na variável dendrométrica considerada obtida a partir do incremento periódico, se a escala temporal de medição é em anos. Este conceito deve ser readequado à nova escala temporal se esta for em semestres, meses, semanas, dias, etc (SCOLFORO, 1998).

Devido à possibilidade do lento crescimento de espécies florestais, decorrente de sua função, de seu grupo ecológico ou grupo funcional, ou mesmo devido às condições de competição nesse tipo de floresta, além de outros fatores que possam afetar o crescimento, levando essas espécies a apresentarem taxa de crescimento reduzida (ENCINAS et al., 2005). Nessas situações é razoável expressar o crescimento anual pela média do crescimento em um determinado período de anos.

### **3.6.2. Propriedades físicas**

As propriedades físicas são características inerentes à matéria, e se relacionam com o comportamento do material quando exposto a condições ambientais diferenciadas.

A densidade da madeira é um forte indicador de qualidade e uma característica complexa resultante da combinação de diversos fatores. Ela varia entre as espécies, dentro de uma mesma espécie e até dentro de uma mesma árvore nos sentidos radial e axial, sendo influenciada por fatores internos (por exemplo, a posição no tronco, proporção de madeira adulta e juvenil, proporção de cerne e alburno) e externos (local de crescimento, condições climáticas e métodos silviculturais) (CHAUHAN et al., 2006).

As relações entre massa e volume são igualmente importantes, dependendo da finalidade.

#### **3.6.2.1. Densidade básica**

A densidade básica (Db) da madeira tem sido um índice de qualidade consagrado pelos pesquisadores e melhoristas florestais. O desenvolvimento alcançado pela genética florestal coadjuvado pelos ganhos obtidos no rendimento volumétrico foram as primeiras etapas de um programa onde se procurou melhorar a qualidade da madeira. Dentre os padrões de qualidade de madeira procurados, a densidade básica foi o que mais se sobressaiu por ser o de mais fácil manuseio e de comprovada alta herdabilidade (BRASIL, 1992). A densidade básica é geralmente utilizada nos inventários florestais para determinação da massa seca da floresta (REZENDE, 1988).

### **3.6.3. Verificação de deformações/tensões da madeira utilizando o extensômetro**

Segundo Lima (2004), entre os métodos considerados não destrutivos ou semidestruídos 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.

As medições de deformações são realizadas através do processo de liberação de tensões e movimentação dos pinos. Para isso, é feito um furo com uma broca de 20 mm de diâmetro (LISBOA, 1993; LIMA, 2004; FLOREZ, 2012).

Essas tensões podem variar conforme sua intensidade, podendo ser de tração ou compressão em função da localização dentro do xilema e de sua direção de atuação: longitudinal, tangencial e radial (TRUGILHO et al., 2006).

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. Estudos no Brasil e no exterior utilizando o extensômetro CIRAD-Forêt (BAILLÈRES; DURAND, 2000) para determinar as deformações decorrentes das tensões de crescimento, confirmam que o uso do equipamento apresenta-se como rápido e confiável para a estimativa desta característica do crescimento das árvores.

A medição da deformação residual longitudinal (DRL) foi realizada nas árvores de espécies nativas em pé, sendo obtidas leituras por árvore com o extensômetro na altura de 1,30m, referente a altura onde se efetua a medição do diâmetro à altura do peito (DAP).

#### **3.6.4. Verificação do estado sanitário do fuste comercial utilizando a tomografia de impulso**

A tomografia de impulso é um método não destrutivo que permite a avaliação do interior do lenho de árvores pela passagem de ondas mecânicas, sendo possível analisar a presença de defeitos (fungos, ataques de insetos, rachaduras, nós, etc.) que possam afetar as propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira. O funcionamento do tomógrafo é baseado na reconstrução de seções transversais de objetos por meio de informações fornecidas pela passagem de ondas provenientes da superfície (AMODEI, 2010).

O tomógrafo de impulso é composto por sensores que são fixados nas seções transversais das árvores. Ao receberem pancadas de martelo, tais sensores produzem ondas mecânicas, onde o tempo de percurso e a velocidade entre sensores são medidos pelo software do equipamento (AMODEI, 2010).

Em cada sensor, são produzidas ondas de impacto através de pancadas de martetele. Essas ondas mecânicas percorreram o lenho até alcançarem os demais sensores e, assim, gerar os tempos de propagação da onda utilizados no cálculo de sua velocidade. As velocidades das ondas entre os sensores foram calculadas automaticamente pelo software ARBOTOM utilizando a Equação 1.

$$V = D/T \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

V = Velocidade da onda mecânica (m/s);

D = distância percorrida pela onda (m);

T = tempo utilizado para a onda percorrer determinada distância (s).

Com esses dados foram confeccionados gráficos da velocidade de onda da seção transversal (imagem tomográfica) de cada árvore. As variações da coloração nas imagens permitirão identificar as características distintas da madeira, geradas pelas diferentes velocidades de propagação de onda dentro do lenho. Assim, o uso do tomógrafo pode ser correlacionado com apodrecimentos, nós e ocos internos, podendo também ser um indicativo de densidade e resistência da madeira.

Castro (2011) afirma que em alguns estudos a avaliação das imagens tomográficas pode ser mascarada ou imprecisa, visto que a proximidade entre os sensores distorcem os resultados, principalmente nas regiões mais periféricas. A tomografia de lenhos funciona melhor em indivíduos de maior porte.

De acordo com o manual da empresa fabricante do tomógrafo (RINNTECH, 2005), a velocidade da onda está altamente relacionada com a densidade da área transversal da árvore. Matos (1997) afirma que a propagação das ondas no sentido transversal às fibras encontra o diâmetro do lúme como barreira e estas desviam, acarretando um aumento acentuado no tempo do percurso, assim causando a redução na velocidade das ondas de maneira significativa.

Amodei (2011) argumenta que a grande variação das velocidades encontradas para as árvores da mesma espécie e idade pode ser atribuída às variações anatômicas, físicas e químicas encontradas entre as árvores e até mesmo dentro da mesma árvore. Existem diferentes tipos de madeira no tronco das árvores, relacionados com os estágios de formação do lenho, denominados lenho juvenil (menos denso), de transição e adulto (mais denso).



### **3.6.5. Verificação da densidade da madeira utilizando o resistógrafo**

O resistógrafo foi fabricado na Alemanha e introduzido nos Estados Unidos pela “Instruments Materials Labor” em 1995 (DYKEMA, 2001) é utilizado para descrever o perfil radial de variação da madeira, estando relacionada a dureza e densidade da mesma (GONÇALVES, 2009). Assim, a medição da resistência à perfuração da madeira com uma broca depende da sua densidade.

A análise realizada pelo equipamento avalia a resistência imposta pela madeira a uma haste de pequeno diâmetro que adentra a madeira a uma determinada velocidade de perfuração, gerando um gráfico da distância percorrida no tronco pela amplitude da resistência a ele imposta, sendo esta amplitude então correlacionada com a densidade da madeira (HANSEN, 2000).

O aparelho possui uma haste e essa avança radialmente no tronco, a uma velocidade constante e, para cada milímetro de penetração, são registrados 100 valores de resistência. A medição fornecida pelo resistógrafo é denominada de amplitude e é expressa em porcentagem. A amplitude indica o consumo energético para a broca vencer a resistência à perfuração na madeira, em relação a um valor de referência do aparelho (LIMA et al., 2007).

As medições foram feitas no DAP, e após a furação da amostra, foi traçado um gráfico (perfil de avanço da furação) viabilizando analisar o andamento de penetração que forneceu informações relativamente às variações da densidade da madeira, propriedades mecânicas e sanidade da madeira. Estes dados variaram em amplitude de 0 a 100%, relacionados à resistência a penetração da broca (GONÇALVES, 2009).

O resistógrafo é muito utilizado na avaliação do estado de sanidade de árvores em parques, jardins, ruas e avenidas; do estado de conservação de postes, pontes e monumentos históricos; e o mais importante, em análises de seleção genética, onde a densidade é a propriedade mais requisitada (GONÇALVES, 2006).

De acordo com Gonçalves (2006), a correlação do resistógrafo com a densidade é muito complexa, uma vez que a amplitude é um valor relativo. A velocidade de penetração da haste (cm/min) varia com a resistência da madeira, o que depende diretamente da sua dureza e das tensões externas e internas da árvore.

### **3.6.6. Avaliação da qualidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado**

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 da mesma. Pádua (2009) comenta que amostras obtidas de trado são utilizadas frequentemente para a medição das propriedades da madeira como a densidade básica (DOWNES et al., 1997; RAYMOND & MUNERI, 2001; KUBE & RAYMOND, 2002), a composição química da madeira (TRECOAR & LAUSBERG, 1995; MCKENZIE et al., 2003) e a morfologia das fibras (DOWNES et al., 1997).

Segundo Downes et al. (1997), a retirada de baguetas pelo trado é um método de avaliação das propriedades da madeira e possui como vantagens: ser um método adequado para a determinação de um grande número de amostras e ser não destrutivo. O ensaio apresenta 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. Neste estudo as baguetas propiciaram material para a análise de densitometria de raios X.

### **3.6.7. Avaliação das propriedades do lenho através da densitometria de Raios-X**

De acordo com Castro (2011), esta técnica é uma ferramenta importante para avaliação detalhada dos efeitos dos tratamentos silviculturais na qualidade do lenho, bem como a caracterização tecnológica da madeira. Segundo Mothe et al. (1998), esta técnica possibilita determinar a produção anual de biomassa do lenho e a relação com sua estrutura anatômica.

Segundo Roque e Tomazello (2005), a densitometria de raios X gera uma imagem radiográfica de uma seção fina de uma amostra de madeira. Essa informação de densidade pode ser interpretada e correlacionada com parâmetros de interesse, sejam de natureza climática, dendrológica ou tecnológica.

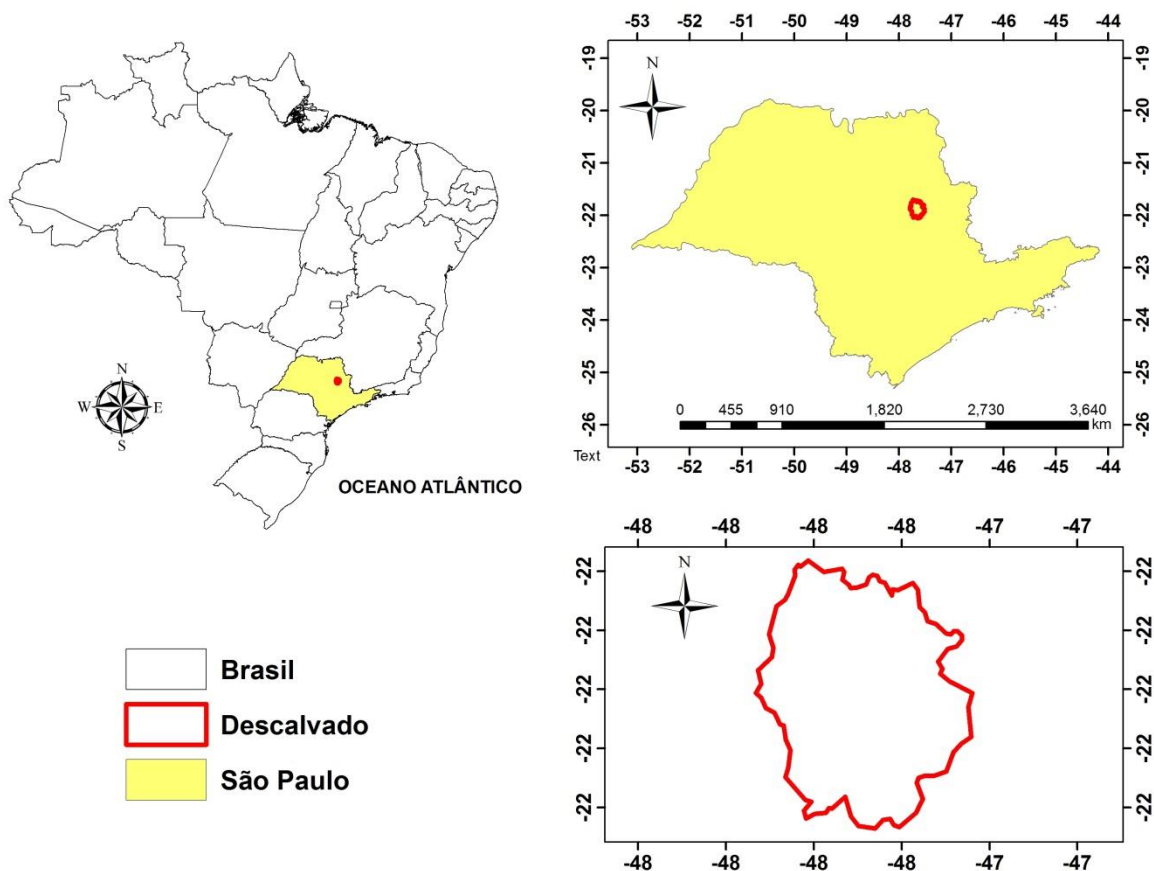
Trabalhando com as variações nos sentidos radial e longitudinal da densidade no lenho das árvores, Rodrigues (2013), descreve a técnica de densitometria de raios X como uma ferramenta precisa na obtenção dos perfis de variação radial da densidade nas árvores.

## **4. MATERIAL & MÉTODOS**

### **4.1. Descrição do local das determinações de campo**

A parte de campo da pesquisa foi realizada na Fazenda Sant'Ana do Monte Alegre, localizada no município de Descalvado, São Paulo (Figura 2). O município possui 753,7 km<sup>2</sup> e totalizou 31.503 habitantes no último censo, realizado em 2010. O mesmo fica a 242 km de distância da capital, está incluído na área do clima "Cwa", segundo a classificação de Koeppen. As letras significam: "C" o mês mais frio apresenta temperaturas entre 18 e 3 graus centígrados; "W" a estação seca é no inverno; e "A" a temperatura do mês mais quente é superior a 22 graus centígrados. Assim, a cidade possui clima do tipo tropical com uma estação seca no meio do ano e uma estação de chuvas no fim e começo do ano. As chuvas frontais são abundantes e violentas, responsáveis pelo empobrecimento e erosão do solo. Mudanças térmicas bruscas são comuns, causadas pela posição limítrofe de encontro de diferentes tipos de massas de ar (TROPMAIR, 1969).

Localizado na bacia do Mogi-Guaçu, a cidade possui umidade relativa do ar de 20 a 30%, e precipitação pluviométrica média anual de 1365 mm. Segundo Troppmair (1969), há o predomínio de solos do tipo latossolos-roxos ou terra roxa, que cobrem 60% da área do município, seguido de latossolos-vermelhos-amarelos fase arenosa.



**Figura 2.** Município de Descalvado, São Paulo.

#### 4.1.1. Histórico da área

O município sofreu ações de desmatamento e reflorestamento no último século. Troppmair (1969) aborda o desmatamento e reflorestamento no município até o ano de 1965: “A partir do meado do século XIX e principalmente nas últimas décadas, a onda de café atingiu o município de Descalvado sendo então responsável pelo desmatamento de grandes áreas”. Coube à Companhia Paulista de Estradas de Ferro em 1936 a iniciativa de reflorestamento numa área do município. Apesar de a finalidade visada não ser o reflorestamento e sim a obtenção de madeira e lenha necessária para os dormentes e o combustível para suas máquinas a vapor.

A Fazenda Sant’Ana de Monte Alegre possui extensa área dentro do município possuindo uma relevante proporção florestada do qual, 446 hectares são constituídos por reserva florestal e áreas de preservação permanentes (APP’s). Em termos fitogeográficos, dominam formações fitofisionômicas de duas regiões sendo a região da savana (cerrado) e a região da floresta estacional semidecidual, com suas formações ciliares associadas.

A floresta estacional semidecidual ocorre em várias regiões do território brasileiro e também denominada floresta tropical subcaducifólia. Esse tipo de formação apresenta vegetação condicionada pela dupla estacionalidade climática. A presença de uma época de clima tropical com intensas chuvas de verão, seguida por estiagem acentuada e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno, quando parte da vegetação perde suas folhas (SFB, 2015).

Há de se considerar também extensões significativas de matas de transição entre as formações vegetais do cerrado e da floresta estacional, inferindo às formações savânicas um aspecto mais florestal (IBAMA, 2009).

Em 2001 foram montadas quatro parcelas localizadas na fazenda, onde foi realizado o plantio de espécies nativas e exóticas regionais, em espaçamento de 3 x 2 m (Silva, 2013). Esse plantio foi planejado e executado pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP).

A partir das informações obtidas no trabalho de Silva (2013), e com o auxílio Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ), realizou-se a visita à área reflorestada na fazenda Sant'Ana do Monte Alegre, onde foram identificados e escolhidos os indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell. (cedro-rosa), foco deste estudo.

#### 4.2. Amostragem

De acordo com estudos anteriores e inventários na área estudada, foram totalizados 31 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vellozo. Todos foram implantados em 2001, possuindo assim 14 anos de idade. Conforme o inventário foram sorteados 24 indivíduos (Figura 3) e estes foram divididos igualmente em 3 classes de diâmetro, obedecendo os seguintes critérios:

- Classe I) Indivíduos com diâmetro inferior a 10 cm;
- Classe II) Indivíduos com diâmetro igual a 10 cm e inferiores a 20 cm;
- Classe III) Indivíduos com diâmetro igual e superiores a 20cm.

Definidas as classes, através de sorteio foram sendo selecionados indivíduos um a um que se adequassem a uma das três classes, até compor os 8 integrantes de cada uma, para a realização dos testes não destrutivos.



**Figura 3.** Indivíduos selecionados na Fazenda Sant'Ana do Monte Alegre.

### 4.3. Análise dendrométrica

Com os indivíduos devidamente identificados (Figura 4), foram realizadas as medições de circunferência a altura do peito (CAP) e altura total.



**Figura 4.** *Cedrela fissilis* Vellozo.

A medição do DAP foi realizada a altura de 1,30 m do solo com o auxílio de uma trena e de uma vara graduada obedecendo aos critérios de medição estabelecidos pelo ICMBio (2009).

A altura total da árvore foi mensurada com o auxílio do hipsômetro de Blume-Leiss, sendo medida da base da árvore até a altura estimada como sendo a do ápice da copa.

Também foi verificada a qualidade do fuste analisando a variação na sua forma. De acordo com a qualidade do fuste podemos classificá-la obedecendo ao parâmetro estabelecido pelo ICMBio (2009), que considera:

- Bom - fuste reto e cilíndrico, com aproveitamento superficial 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%.

Com os dados de altura e do diâmetro a altura do peito (DAP) do mesmo indivíduo em anos distintos foi possível calcular o volume, o incremento periódico (IP) e o incremento periódico anual (IPA).

A análise do incremento dos indivíduos refere-se ao que cresce em uma árvore em um determinado período sucessivo de tempo. Portanto, medidas sucessivas são necessárias para obter-se tal valor, considerando a mudança de tamanho no início e no fim do período analisado. Por sua vez, a produção de uma floresta é o resultado do crescimento da árvore em tamanho, peso e volume (KOEHLER, 2009).

#### 4.3.1. Incremento periódico (IP)

O incremento periódico expressa o crescimento em um período de tempo determinado (ENCINAS et al., 2005) e a sua fórmula é a seguinte:

$$IP = Y_{(t+n)} - Y_t \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Y = dimensão considerada;

t = idade;

n = período de tempo.

#### 4.3.2. Incremento periódico anual (IPA)

O incremento ou crescimento periódico anual é o que a árvore cresceu em média de um determinado período de anos, como representa a seguinte fórmula:

$$IPA = (Y_{(t+n)} - Y_t) / n \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Y = dimensão da variável considerada;

t = idade;

n = período de tempo.

### 4.4. Propriedades físicas

Após a realização das análises densitométricas as baguetas foram pesadas usando uma balança analítica e tiveram suas dimensões (altura, comprimento e espessura) mensuradas com o uso de um paquímetro digital para a determinação da densidade básica.

#### 4.4.1. Densidade básica

As baguetas foram imersas por cerca de 15 dias em um recipiente com água a fim de atingirem a saturação. Assim que a mesma foi evidenciada as amostras foram novamente mensuradas e pesadas. A densidade básica é definida como a relação entre a massa seca e o volume saturado em água.

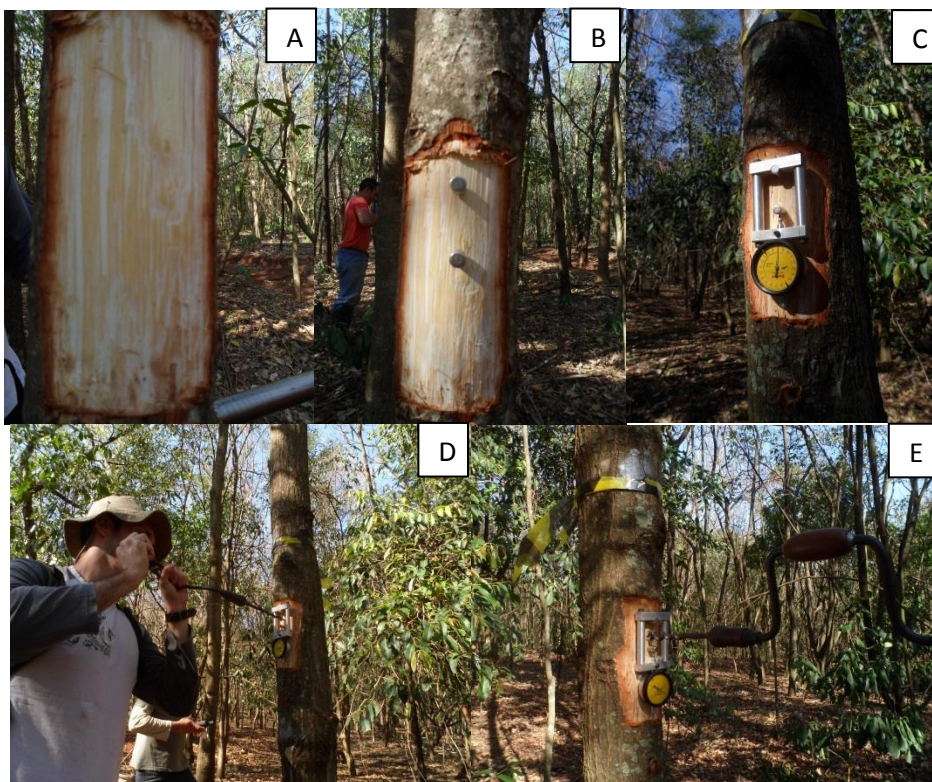
$$Db = \text{Peso seco} / \text{volume úmido} \quad (\text{Equação 4})$$

Procurou-se verificar se a densidade básica em árvores vivas determinadas por métodos não destrutivos pode ser associada aos valores determinados nos valores de resistografia, extensometria e tomografia, além da densitometria de raios X, assim como estudado por Gonçalves (2009) avaliando metodologias não destrutivas.

#### 4.5. Verificação de deformações/tensões da madeira utilizando o extensômetro

Foram realizadas as medições em vinte e quatro árvores de *Cedrela fissilis* Vell., sendo oito de cada classe, na fazenda Sant'Ana do Monte Alegre. Em cada árvore as seguintes medidas foram tomadas: espessura de casca e a deformação residual longitudinal (DRL) no tronco da árvore voltada para a posição norte.

A DRL foi medida no DAP com o auxílio do extensômetro. Para instalar o extensômetro é necessário remover a casca formando um quadrado (janela) de 15 centímetros x 15 centímetros no tronco da árvore (Figura 5). A partir deste, para realizar cada medição, dentro deste painel são fixados dois pinos de metal a uma distância de 45 milímetros um do outro, no sentido longitudinal do fuste acompanhando a grã. 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 assim a medição da deformação residual longitudinal (LIMA, 2004; FLORÉZ, 2012).



**Figura 5.** Instalação e medição das tensões/deformações de crescimento pelo extensômetro. (A) Abertura da janela; (B) Fixação dos pinos; (C) Instalação e calibração do extensômetro; (D) Perfuração no tronco com o arco de púa e (E) valor estabilizado de tensão liberada.

#### 4.6. Verificação do estado de sanidade do fuste comercial utilizando a tomografia de impulso

Para a realização da tomografia de impulso foram selecionados os 8 indivíduos de acordo com maior DAP, assim, escolhendo os indivíduos de Classe 3. Essa escolha foi orientada pela literatura e por profissionais para tornar a medição mais eficiente possível, de acordo com a disponibilidade do número de sensores para utilizar na medição.

Foi utilizado o tomógrafo de impulso Arbotom nesta análise, e em campo primeiramente foi realizada a mensuração da circunferência da árvore na altura do DAP (a 1,30 m do solo) e esta foi dividida pelo número de sensores ( $n=5$ ) para que estes fossem fixados equidistantemente na seção transversal da árvore analisada. Os condutores metálicos foram fixados na árvore para sustentação dos cinco sensores de impulsos frontais.

Com os sensores instalados e conectados ao computador, o Arbotom informa os dados da propagação do impulso gerado pelo impacto mecânico do martelo (Figura 6).



**Figura 6.** Realização da tomografia de impulso. (A) Instalação dos sensores; (B) geração de impulsos através do martelo; (C) imagem 2D representando o tronco de um indivíduo de *Cedrela fissilis* Vell.



#### 4.7. Verificação da densidade da madeira utilizando o resistógrafo

Na altura do DAP, obedecendo às normas estabelecidas pelo manual de utilização do resistógrafo, ou seja, havendo cuidado para a execução da análise obedecer à posição de 90 graus do carregamento do equipamento (Figura 7) foi realizada a medição na orientação Norte-sul e Leste-oeste nos 24 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.



**Figura 7.** Realização da análise resistográfica em indivíduo de *Cedrela fissilis* Vell.

#### 4.8. Avaliação da qualidade da madeira utilizando baguetas obtidas através do trado

Também na altura do DAP, obedecendo às normas estabelecidas pelo manual de utilização do trado, na posição de 90 graus realizando na orientação Norte-sul e Leste-oeste as baguetas foram coletadas (Figura 8) dos 24 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

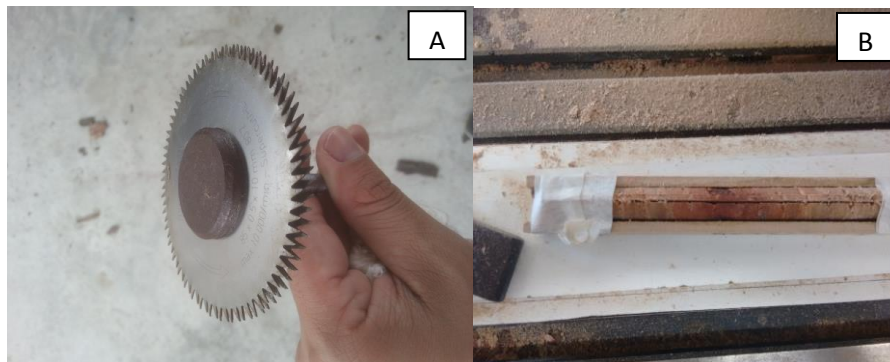


**Figura 8.** Retirada de baguetas através do trado de incremento de 12 mm de diâmetro. (A) Posicionamento e perfuração do trado no tronco; (B) retirada da bagueta.

Com as baguetas foram obtidos materiais para analisar na densitometria de raios-X. Foram obtidas 48 baguetas, sendo 42 obtidas através do trado de 12 mm de diâmetro e 6 baguetas obtidas com o trado de 5 mm de diâmetro .

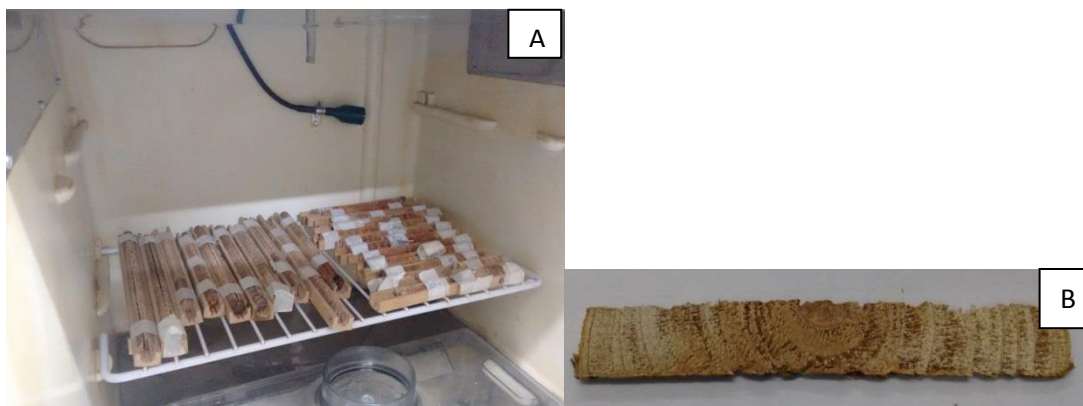
#### 4.9. Densitometria de Raios-X

Para a realização da densitometria de raios X foram confeccionados suportes usando um painel de MDF, e após esta etapa as baguetas foram coladas nos mesmos orientando-se a posição da casca e da medula. Após coladas, as baguetas foram cortadas com 2 mm de espessura com o auxílio de uma serra circular vertical, conforme apresentado na Figura 9.



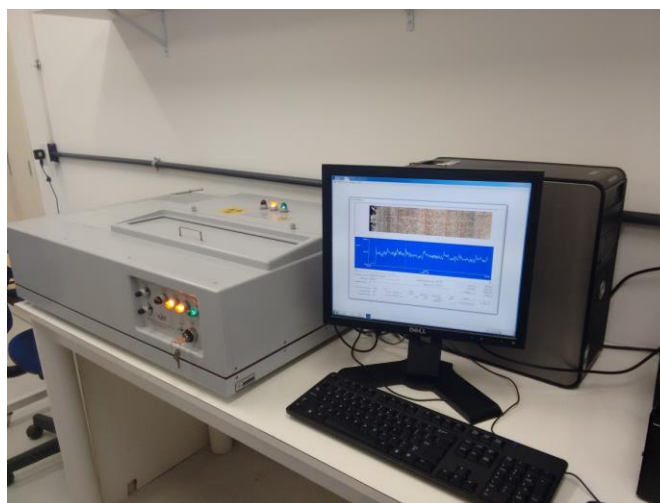
**Figura 9.** Confeccção e corte dos suportes para obtenção das baguetas para análise em densitômetro de raios X. A: Serra de 2 mm de espessura utilizada para efetuar o corte das baguetas; B: bagueta já cortada no devido suporte.

Após o corte, as baguetas (Figura 10) foram acondicionadas em uma câmara climática com 20°C e 70 ± 5% de umidade por 24h visando atingir a densidade aparente (a uma umidade relativa de 15%) próxima a 530 kg/m<sup>3</sup>. Este período de tempo e condições de temperatura e umidade são baseados no item 6.1.2 na norma brasileira ABNT 7190 de 1997, que descreve no anexo B ensaios para qualificar o material madeira.



**Figura 10.** Climatização das baguetas para densitometria de Raios X. (A) Em câmara climática; (B) Material pronto para ser analisado no densitômetro de Raios X.

Em seguida, as baguetas foram analisadas em um densitômetro de raios-X modelo QTRS-01X, com fonte colimada de feixes de raios-X (Figura 11). A determinação da densidade aparente por densitometria de raios-X foi realizada conforme Amaral & Tomazello Filho (1998).



**Figura 11.** Análise realizada no densitômetro de raios-X modelo QTRS- 01X.

Com os resultados fornecidos pelo software foi possível a obtenção dos valores de densidade aparente média e a estimativa da idade das árvores através da contagem de anéis de crescimento.

Após a realização dos testes as amostras foram registradas na Xiloteca do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas, pertencente à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análise dendrométrica

O resultado da análise dendrométrica demonstrou que apenas 20% do número total de indivíduos apresentou forma irregular em seu tronco devido a bifurcações e leves tortuosidades. De modo geral, os indivíduos apresentaram uma boa qualidade e estado fitossanitário do fuste sendo o fator idade considerável para este resultado.

Com posse dos dados da última medição e do trabalho de Silva (2013), que realizou as mensurações na área em Janeiro de 2012 foram calculadas as médias dos valores de diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (Ht) e volume ( $m^3$ ) por cada classe (Tabela 1).

Para o cálculo do volume utilizou-se o fator de forma igual a 0,5 para o ano de 2012 e 2015.

**Tabela 1.** Resultados da estatística descritiva dos 24 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

Classes DAP (cm)	2012			2015		
	DAP (cm)	Ht (m)	Vol ( $m^3$ )	DAP (cm)	Ht (m)	Vol ( $m^3$ )
0 - 10cm	8,80 ± 0,86	8,95 ± 1,74	0,0272	9,71 ± 0,40	10,13 ± 1,63	0,0375
10 - 20cm	13,14 ± 2,51	10,70 ± 0,89	0,0726	14,65 ± 2,03	11,41 ± 0,96	0,0962
≥ 20cm	23,34 ± 3,34	14,31 ± 2,44	0,3061	26,30 ± 4,81	14,79 ± 2,30	0,4018

Legenda: Os dados de diâmetro a altura do peito, altura total e volume do ano de 2012 são de Silva (2013).

A classe de 0 a 10 cm de diâmetro apresentou 10,35% de aumento na dimensão do diâmetro, 13,18% na altura e 27,4% no volume de 2012 a 2015. Já a classe de indivíduos de 10 a 20 cm apresentou acréscimo de 11,5% no diâmetro, 6,63% na altura e 24,5% no volume. A terceira classe demonstrou aumento de 12,7% no diâmetro, 3,35% na altura e 23,8% no volume.

Somando as três classes a média no acréscimo de diâmetro, altura total e volume em metros cúbicos foram respectivamente 11,5%, 7,72% e 25,3%.

A análise do incremento periódico (IP) está apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2.** Incremento periódico entre 2012 e 2015.

Classe	Intervalo (cm)	IP DAP (cm)	IP ht (m)	IP vol ( $m^3$ )
I	0 – 10	0,9061	1,18	0,0103
II	10 – 20	1,5068	0,71	0,0236
III	≥ 20	2,9696	0,48	0,0958

Legenda: Os dados de diâmetro a altura do peito, altura total e volume do ano de 2012 são de Silva (2013); IP DAP: incremento periódico do DAP; IP ht: incremento periódico da altura; IP vol: incremento periódico do volume.

Na classe I, de 0 a 10 cm de diâmetro, o valor do incremento na altura total (1,18m) de 2012 a 2015, é elucidado pela competição inter e intra específica pela busca ao sol.

Na classe de 10 a 20 cm e na acima de 20 cm de diâmetro destaca-se o aumento considerável no incremento diamétrico buscando se firmar no solo e se estabilizar no ambiente, o que pode ser atribuído a melhores condições de luminosidade e menor competição no desenvolvimento destes indivíduos.

Na terceira classe, os indivíduos já estão estabelecidos no local propiciando aumento no incremento volumétrico. Esta adaptação e desenvolvimento são apresentados nos resultados da Tabela 3, respectiva aos valores do incremento periódico anual.

**Tabela 3.** Incremento periódico anual entre 2012 e 2015.

Classe	Intervalo (cm)	IPa DAP (cm/ano)	IPa ht (m/ano)	IPa vol (m <sup>3</sup> /ano)	CV (%)
I	0 – 10	0,3020	0,39	0,0034	59,15
II	10 – 20	0,5023	0,24	0,0079	45,56
III	≥ 20	0,9899	0,16	0,0319	108,39
	Média	0,5981	0,2636	0,0144	

Legenda: Os dados de diâmetro a altura do peito, altura total e volume do ano de 2012 são de Silva (2013); IPa DAP: incremento periódico anual do DAP; IPa ht: incremento periódico anual da altura; IPa vol: incremento periódico anual do volume.; CV: coeficiente de variação.

O diâmetro da espécie apresentou crescimento médio anual de 0,60 cm em diâmetro, 0,26 m em altura e 0,01 m<sup>3</sup> no que se refere ao volume.

## 5.2. Propriedades físicas

### 5.2.1. Densidade básica

Os resultados apresentados na tabela abaixo (Tabela 4) referem-se aos valores de densidade básica obtidos.

**Tabela 4.** Densidade básica por classes diamétricas.

Classe	Intervalo (cm)	Db (kg/m <sup>3</sup> )	Grupo
I	0 - 10	435,52	A
II	10 – 20	463,79	A
III	≥ 20	501,58	A
	Média	466,96	

Os valores obtidos nas três classes diamétricas não possuem diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância. Os valores encontrados neste trabalho condizem com as pesquisas realizadas por Jankowsky (1990) apresentaram valores em torno de 440 kg/m<sup>3</sup> para a madeira do cerdo rosa, confirmando a expectativa de uma madeira de boa trabalhabilidade, sendo uma espécie com de densidade considerada leve a moderada.

#### 5.4. Extensometria

A análise extensométrica foi realizada de acordo com as diferentes classes diamétricas e apresentaram os que compõem a Tabela 5.

**Tabela 5.** Resultados da análise extensométrica dos 24 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

Classe	Intervalo (cm)	N	Média DRL (mm)	Máximo	Mínimo	Desvio padrão	CV (%)
I	0 - 10	8	0,0443	0,1	0,011	0,0129	29,09
II	10 - 20	8	0,0386	0,057	0,023	0,0255	66,24
III	≥ 20	8	0,0466	0,119	0,019	0,0220	47,38

DRL = Deformação residual longitudinal, N = Número de amostras; CV = Coeficiente de variação.

Pelo resultado da análise de variância comprovou-se que não ocorreu diferença estatística significativa em nível  $\alpha$  de 5% entre as médias das classes, logo, as classes diamétricas não apresentam diferença quanto aos valores da deformação residual longitudinal. Esses resultados poderiam ser diferentes caso os troncos fossem deformados por algum fator ambiental predominante, como a competição por luz ou pelo efeito de ventos (LIMA, 2004), (FLORÉZ, 2012).

Foi realizado o teste de Tukey para comparação entre as médias (Tabela 6) a um nível de significância de 5%.

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

Classe	Intervalo (cm)	Média (mm)	Grupo
III	≥ 20	0,0466	A
I	0 - 10	0,0443	A
II	10 - 20	0,0386	A
Média		0,0432	

A deformação residual longitudinal (DRL), também chamada de deformação residual longitudinal de maturação (BAILLÈRES et al., 1995), decorrente das tensões de crescimento, medida com o extensômetro modelo CIRAD-Forêt foi em média 0,043 mm.

Os 24 indivíduos de cedro-rosa amostrados exibiram uma variação que pode ser considerada alta ao redor do caule, com o coeficiente de variação de 29 a 66%.

Estudos em *Eucalyptus spp.* constataram que os altos valores encontrados na deformação residual longitudinal são características do rápido crescimento e da grande quantidade de tensões internas ligadas a formação anatômica da espécie (Tabela 7). Em estudos com cedro-australiano (*Toona ciliata*), Gonçalves (2009), encontrou valores bastante distintos dos resultados encontrados em pesquisas utilizando o extensômetro no gênero *Eucalyptus*, o autor obteve média de 0,056mm de DRL.

**Tabela 7.** Valores de deformação residual longitudinal encontrados em outros trabalhos científicos.

Material estudado	DRL média (mm)	Fonte
Clones do gênero <i>Eucalyptus</i>	0,071	Lima (2001)
Clones híbridos naturais do gênero <i>Eucalyptus</i>	0,090	Souza (2002)
Clones do gênero <i>Eucalyptus</i>	0,084	Cardoso Júnior (2004)
Híbrido de <i>E. grandis</i> W. Hill ex Maiden;	0,071	Lima (2004)
Híbrido de <i>E. grandis</i> W. Hill ex Maiden x <i>E. urophylla</i> S.T. Blake		
Clones do gênero <i>Eucalyptus</i>	0,093	Trugilho (2006)
<i>Toona ciliata</i> (Roemer)	0,056	Gonçalves (2009)

Onde: DRL média – deformação residual longitudinal média.

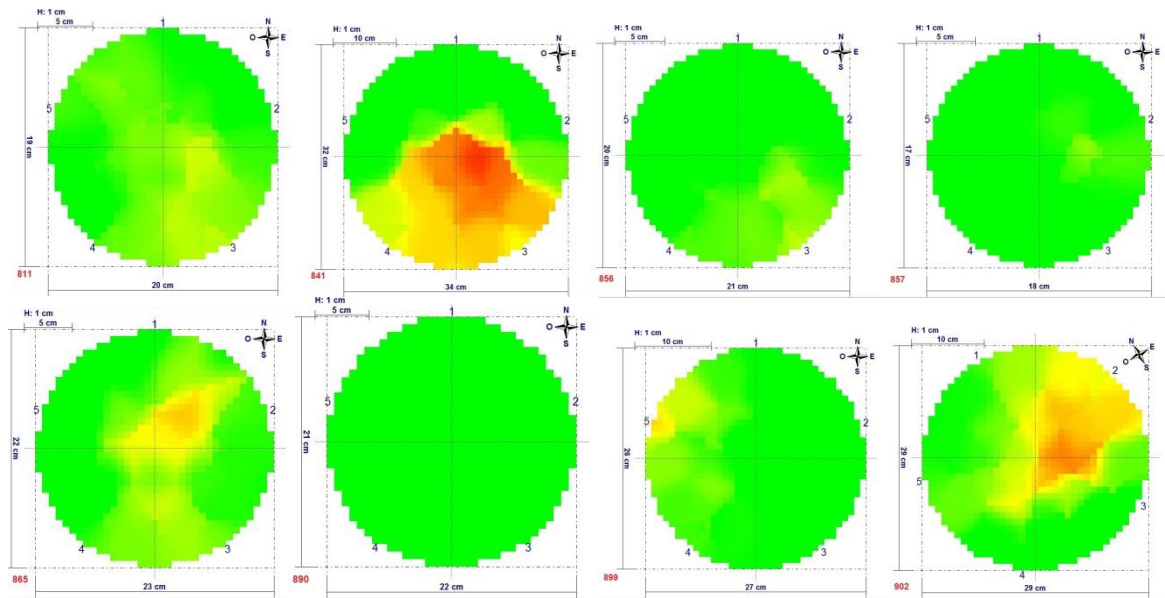
Lima (2004) afirma que para uma medição mais precisa a DRL deve ser aferida em pelo menos quatro posições ao redor do tronco, a fim de verificar a possibilidade de atenuação dos coeficientes de variação.

Referências de valores de DRL para a espécie estudada não foram encontradas, assim como são escassos ou inexistentes os valores desta variável em estudos com madeiras nativas.

### 5.5. Tomografia de impulso

A análise da tomografia das árvores de *Cedrela fissilis* Vell. gerou as imagens tomográficas apresentadas na Figura 12. A variação da velocidade de propagação da onda mecânica gerada pelo software do tomógrafo promoveu uma variação na coloração seções representadas.

A imagem dos indivíduos da classe III, que apresentavam diâmetros em dimensões adequadas para este teste, demonstra que o lenho apresentou bom estado de sanidade na maioria dos indivíduos e foi constatada presença de defeitos, provavelmente ocos internos, em apenas dois indivíduos (841 e 902).



**Figura 12.** Imagens em duas dimensões (2D) fornecida através da tomografia de impulso dos indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell. pertencentes a classe III.

A variabilidade de cores é uma característica relacionada à heterogeneidade do material analisado, que envolve fatores como idade (as árvores analisadas estavam com 14 anos), ausência de práticas de manejo florestal, usos anteriores para fins acadêmicos e de pesquisa (CASTRO, 2011).

Em geral foi constatada uma coloração esverdeada na maior parte dos perfis analisados, o que denota grande velocidade de propagação da onda gerada no ensaio. Em alguns indivíduos verificaram-se colorações amareladas e avermelhadas nas regiões centrais e de periferia, o que indica uma velocidade de onda menor. De acordo com Castro (2011) esta menor velocidade está associada à natureza do material ali existente e a problemas de sanidade.

As velocidades médias de propagação da onda, dadas em metros por segundo, apresentaram os valores inseridos na Tabela 8.

**Tabela 8.** Velocidades médias da tomografia de impulso nos indivíduos da Classe III.

	Indivíduo	Velocidade média (m/s)
1	811	818,1
2	841	314,7
3	856	469,4
4	857	764,55
5	865	478,35
6	890	560,65
7	899	351,35
8	902	560,65
	Média	539,72



As imagens tomográficas geradas pelo software Arbotom 2.05c, referentes à estrutura interna do lenho do cedro-rosa, indicaram sintomas de lesões internas mais latentes em dois indivíduos (Figura 12).

Além dos diferentes tipos de madeira, fatores externos como o vento, a chuva, ruídos elevados e influências inerentes ao equipamento, como qualidade da batida feita pelo usuário do equipamento no momento do ensaio (diferentes intensidades de batidas nos sensores) e fixação dos conectores metálicos podem afetar as medições (AMODEI, 2011).

Outro fator que afeta a velocidade de onda é o teor de umidade da madeira, tendo este também relação com a densidade. Assim, as maiores velocidades de propagação de ondas são geralmente obtidas em madeiras que apresentam maiores densidades e menores teores de água (CARRASCO & AZEVEDO JÚNIOR, 2003; OLIVEIRA SALES, 2005; BUCUR, 2006).

## 5.6. Resistografia

Os resultados das análises de resistografia realizadas neste estudo são apresentados na Tabela 9.

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

Classe	Classe diamétrica (cm)	Média das amplitudes (%)	Grupo
I	0 – 10	8,51875	B
II	≥ 10 – 20	11,14375	A
III	≥ 20	12,1125	A
	Média	10,5917	

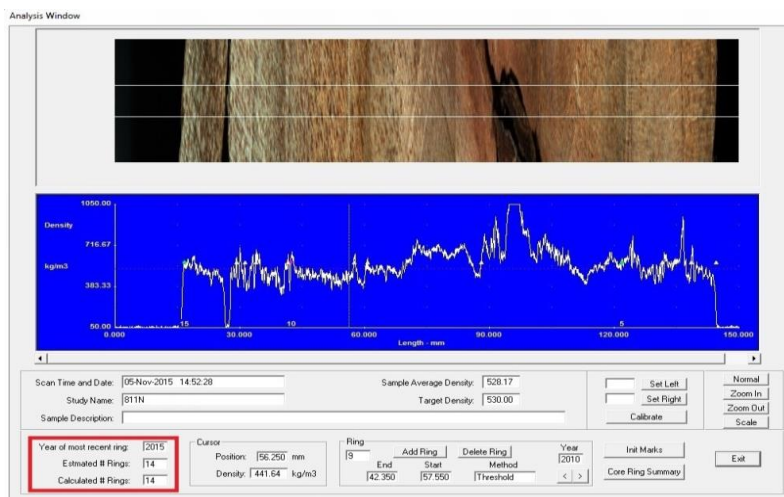
Analisando os resultados pode-se notar a diferença na amplitude da resistografia por classes de diâmetro, a média da amplitude da classe de 0 a 10 cm de diâmetro diferiu estatisticamente, a um nível de significância de 5% das demais classes.

A obstrução no canal formado pelo avanço da haste, provavelmente por resinas presentes naturalmente na madeira, interfere nos resultados, sendo um fator impossível de ser controlado. Por isso há a dificuldade em encontrar uma correlação geral entre amplitude e densidade da madeira (NUTTO, 2005).

Segundo Gonçalves (2006) avaliações realizadas com o resistógrafo geram algumas inconveniências, como o aquecimento da haste, quando da perfuração da madeira, causando pequenos atritos, o que também pode gerar ineficiência dos resultados. Pesquisas que visam à utilização do resistógrafo para determinação da densidade ainda estão sendo realizadas procurando essa correlação de maneira mais eficiente, mas pesquisas como a de Rodrigues (2007), com clones de *Eucalyptus* e de Gonçalves (2009), com *Toona ciliata*, já conseguiram verificar a eficiência do resistógrafo para a estimativa do modelo na obtenção de ganhos genéticos em relação à densidade básica.

## 5.7. Densitometria de Raios X

Os resultados de densitometria de Raios X gerados pelo QTRS- 01X apresentaram valores calculados para idade das árvores muito próximos e/ou exatamente iguais com as informações levantadas de idade da realização do plantio, como destacado abaixo na Figura 13.



**Figura 13.** Valores estimados e calculados através da contagem de anéis de crescimento de *Cedrela fissilis* Vell.

A partir dos valores de densidade aparente por árvore, obtidos pela densitometria de raios X ao longo do sentido radial, foram determinados os valores médios da densidade aparente com umidade de 15% para os dois raios das 24 árvores com 14 anos, Tabela 10.

**Tabela 10.** Resultados da densitometria de raios X dos 24 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell.

Classe	Intervalo (cm)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )
I	0 - 10	528,00 ± 1,28
II	10 – 20	529,41 ± 2,26
III	≥ 20	527,70 ± 5,43
	Média	528,55 ± 3,00

Os valores de densidade apresentaram uma média geral igual a 528,55 kg/m<sup>3</sup>, não apresentando diferença estatística significativa entre as classes I, II e III. Todos os valores condizem com os valores apresentados em estudos anteriores (IPT, 1989; JANKOWSKY et al., 1990).

O perfil radial da densitometria (sentido medula-casca) demonstrou oscilação dos valores, porém, valores menores do que quando comparado a outros trabalhos que estudaram eucaliptos e o comportamento da densidade aparente através da técnica de densitometria de raios X (ALZATE, 2004; MAURI, 2010; SETTE JUNIOR, 2010; RODRIGUES, 2013; BOA, 2014).

O incremento em diâmetro das árvores habitualmente forma anéis de crescimento, e a formação destes anéis é um fator que influencia a variação da densidade no sentido medula-casca, podendo estar relacionada às variações nos valores de densidade observadas nas imagens do Raio-X digital (BURGER; RICHTER, 1991).

No que diz respeito à correlação das análises não destrutivas obteve-se o seguinte resultado demonstrado pela Tabela 11.

**Tabela 11.** Matriz de coeficientes de correlação das metodologias não destrutivas utilizadas.

	Resistografia	Daparente	DRL	Db
Resistografia	1	0,0360 <sup>NS</sup>	0,3344 <sup>NS</sup>	0,5582*
Densitometria		1	0,1980 <sup>NS</sup>	-0,0437 <sup>NS</sup>
DRL			1	0,3445 <sup>NS</sup>
Db				1

Onde: Daparente: densidade aparente; DRL: deformação residual longitudinal; Db: densidade básica; NS: não significativo a nível de 5% de significância; \*: significativo a 95%.

No resultados da matriz, avaliou-se os valores de Pearson com os valores-p, destacando que nos valores-p menores que 0,05 evidencia-se a correlação significativa. Assim, a resistografia possui correlação com a densidade básica (Db). Classes diamétricas maiores possuem maiores valores de densidade básica, que se correlacionam com o aumento da intensidade de perfuração do resistógrafo.

A densidade aparente obtida na análise de densitometria de raios X, a deformação residual longitudinal (DRL) e a densidade básica (Db) não apresentaram correlações a 5% de significância.

## 6. CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell. de restauração florestal através de análises não destrutivas demonstra o potencial desta espécie para sua utilização no segmento de movelaria através da sanidade do tronco e de características como densidade e tensões de crescimento;

O diâmetro só influencia na qualidade da madeira de *Cedrela fissilis* Vell. em indivíduos com idade mais elevada, visto que indivíduos com mesma idade e com diâmetros diferentes não apresentaram diferença significativa na maioria dos testes realizados nesta pesquisa;

Os valores de tensões de crescimento mensurados através da avaliação da deformação residual longitudinal (DRL) na madeira de *Cedrela fissilis* Vell. não apresentaram diferença significativa entre classes e entre os indivíduos;

A sanidade de 80% das árvores de *Cedrela fissilis* Vell. analisada com a tomografia de impulso apresentou bom estado fitossanitário;

A amplitude da resistografia na madeira de *Cedrela fissilis* Vell. diferiu significativamente entre as classes demonstrando a variação nos valores de resistência encontrados pelo equipamento na perfuração dos indivíduos. Indivíduos da menor classe diamétrica trabalhada (DAP < 10 centímetros) diferiram estatisticamente dos indivíduos com diâmetro superior a este valor;

A análise da densidade aparente dos indivíduos de *Cedrela fissilis* Vell. através da densitometria de raios X demonstrou a eficácia do aparelho, pois os valores encontrados condizem com os valores da literatura;

A amplitude da resistografia possui correlação com os valores de densidade básica presentes nas classes diamétricas utilizadas. Porém, as demais metodologias não destrutivas utilizadas nesta pesquisa não possuem correlação entre elas.

## **7. RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA**

A partir dos dados desta pesquisa, sugere-se a realização de ensaios não destrutivos e destrutivos em outras espécies florestais nativas, a fim de comprovar possíveis correlações entre as variáveis analisadas relacionadas à avaliação da qualidade destas madeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA ABRAF – ABRAF ANO BASE 2011, 145p. 2012.

ALZATE, S. B. A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *urophylla***. 2004. Tese (Doutorado em Tecnologia de Produtos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projetos de estruturas de madeira** - Rio de Janeiro, 1997. 107p

AZEVEDO, T. R.; VIANA, V. M. A Certificação Sócio Ambiental e as Plantações Florestais. In: SEMINÁRIO SOBRE PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS DE REFLORESTAMENTO- IV SEMADER, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba. ABPM, p. 153-158. 1996.

AMARAL, A. C. B.; TOMAZELLO FILHO, M. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Pinus taeda* pela microdensitometria de raios X. **Revista Ciência e Tecnologia**, Piracicaba, v.6, n.11, p. 17-23, 1998.

AMODEI, J. B.; OLIVEIRA, B. R.U.; GURGEL, M.M.; CARVALHO, A.M.; MEDEIROS, R.A.; LATORRACA, J.V.F. Avaliação Preliminar da Qualidade da Madeira de *Tectona grandis* L. f. Através da Tomografia de Impulso. **Revista Floresta e Ambiente**. 17(2):124-12. jul./dez. 2010.

AZEVEDO, D. B.; NASCIMENTO, L. F. M.; MALAFAIA, G.C.; HOMERO D. Certificação florestal: Um instrumento econômico ou de proteção ambiental? In: Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente – IX ENGEMA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba, v. 1. p. 1-23, 2007.

BAILLÈRES, H.; DURAND, P. Y. Non -destructive techniques for wood quality assessment of plantation grown teak. **Bois et Forest des Tropiques**, Montpellier, v. 54, n. 263, p. 17-20, 2000.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.16, p 3-30, set. 2002.

BARTHOLOMEU, A., GONÇALVES, R., HERNÁNDEZ, R.E. Montagem de equipamento para ensaios não-destrutivos em madeira utilizando ultra-som. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 6, 1998, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: IBRAMEM, 1998, v.4, p.345-354.

BELLOTO, A; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Fase 1: Restauração fundamentada no plantio de árvores, sem critérios ecológicos para a escolha e combinação das espécies. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S; ISERNHAGEN, I. (Org.) **Pacto para a restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 3. ed. São Paulo: ESALQ, LERF; Instituto BioAtlântica. cap. 1, p. 11-14. 2009.

BERALDO, A. L.; RODRIGUES, M. dos S.; MENDES, A. S. Compósitos com adição de serragem de eucalipto submetidos ao ensaio não destrutivo (END). In: SEMINÁRIO SOBRE APLICAÇÃO DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS EM MADEIRA E MATERIAIS À BASE DE MADEIRA, 1., 2006, Itatiba. **Anais...**São Paulo: ABENDE, 2006. p. 1-6;

BERTHOLF, L.D. **Use of elementary stress wave theory for prediction of dynamic strain in wood.** Pullman, WA: Washington State University, 1965 (Bulletin 291).

BOA, A.C. **Caracterização da madeira da metade superior do tronco de árvores de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* de 13 anos para produção de celulose.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo). UFES. Jerônimo Monteiro – ES. 93p. 2004.

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – RELATÓRIO FLORESTAL ESTATÍSTICO. Disponível em: <[http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio\\_Estatistico\\_Florestal-2005.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/Bracelpa-Relatorio_Estatistico_Florestal-2005.pdf)>. Acessado em: 03/maio/2015.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P.Y.; NAVE, A.G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.455-470, 2010.

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, dez. 1977. In: **Revista Árvore**, Viçosa, 16(2): 209-217, 1992.

BUCUR, V. **Acoustics of Wood.** CRC Press, Inc. 1995. 284p.

BUCUR V. Theory of and experimental methods for acoustic characterization of wood. In: **Acoustics of wood.** 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag; chap. 4,p. 39-104. 2006.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

CARDOSO JÚNIOR, A. A. **Tensões de crescimento em *Eucalyptus* e suas relações com espaçamento, idade e material genético.** 2004. 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Embrapa-CNPq, Brasília, Embrapa-SPI, 1994.

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**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-191, 2003.

CASTILHO, C.V.; CID, E.G.D.; MATOS, J.Z.; VIANA, A.M. Cultivo in vitro de *Cedrella* spp. (Meliaceae). In; Congresso Brasileiro De Fisiologia Vegetal. **Anais...** Belém/Pará, 1997.

CASTILHO, C.V.; CID, E.G.D.; MATOS, J.Z.; VIANA, A.M. Cultivo in vitro de *Cedrella fissilis* (Meliaceae): Efeito do Thidiazuron (TDZ) na indução de Ramos. II Encontro Brasileiro de Biotecnologia Vegetal. **Anais...** Gramado/Rio Grande do Sul, 1997.

CASTRO, V.R. **Aplicação de Métodos Não Destrutivos na avaliação de propriedades físicas do lenho de árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. e *Tectona grandis*.** Dissertação (Recursos Florestais). ESALQ/USP. Piracicaba - SP. 106p. 2011.

CHAUHAN SS, DONNELLY R, HUANG C-L, NAKADA R, YAFANG Y, WALKER J. WOOD QUALITY: IN CONTEXT. IN: WALKER JCF. **Primary Wood Processing Principles and Practice.** 2nd ed. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand: Springer; 2006.

CHAUHAN S. S, WALKER J. C. F. Variations in acoustic velocity and density with age, and their interrelationships in radiata pine. **Forest Ecology and Management** 2006; 229:388-394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.04.019>

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science** 320, 1458–1460 (2008).

CRUZ, C.R. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus* para utilização na indústria madeireira.** 2000. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

CRUZ, T. K. T.; ROSARIO, J. M. Z.; WAGNER, G. H.; HINTZ, J. F.; GEMELLI, R. A.; GESING, J. P. A. **Estimativa de Biomassa Lenhosa de *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae), no Mato do Silva, Chiapetta – RS.** Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica. Salão do Conhecimento Unijui, Ijuí - RS. 6 p., 2014.

Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFLORA. Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Cedrela%20fissilis>>. Acessado em: 03/jun/2015.

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, 126p. 1997.

DUARTE, M. M. **Transplante de epífitas entre Florestas Estacionais Semidecíduais para enriquecimento de florestas em processo de restauração.** Dissertação (Recursos Florestais). ESALQ/USP. Piracicaba, SP. 109p. 2013.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras, 2ª Ed. 2002.

DYKEMA, P. The resistograph. 2001. Disponível em: <<http://www.urban-forestry.com/citytrees/v37n1a18.html>>. Acesso em: 02 mar. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1) 212p. 1997.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). Setor Florestal. 2010. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1mqgo802wyiv808hvm3j1i0kk52.html>>. Acesso em: 04/jan/2016.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG Sul de Minas – **Análise do Solo: Determinações, cálculo e interpretação**. Campus da UFLA, MG 355 (Lavras-Ijaci) Km 16p. 2012.

ENCINAS, J.I.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. Idade e Crescimento das Árvores. Comunicações Técnicas Florestais, V.7. n.1. Brasília, 2005.

ESPINDOLA, M. B.; BECHARA, F. C.; BAZZO, M. S.; REIS, A. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. **Revista Biotemas**, 18 (1): 27 - 38, 2005.

FIEDLER, N.C.; SOARES, T.S.; SILVA, G.F. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo florestal da floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, p.263-278, jul./dez. 2008.

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L. f.)** na microrregião do Baixo Rio Acre. 301 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005.

FLORESTAR ESTATÍSTICO. REVISTA FLORESTAR ESTATÍSTICO. Disponível em: <[http://www.fflorestal.sp.gov.br/publicacao/01\\_apresentacao\\_capas\\_resenhas/publicacoes\\_resenhas.htm](http://www.fflorestal.sp.gov.br/publicacao/01_apresentacao_capas_resenhas/publicacoes_resenhas.htm)>. Acessado em: 03/maio/2015.

FLÓREZ, J.B. **Caracterização tecnológica da madeira jovem de teca (*Tectona grandis* L.f.)**. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira). Lavras, MG. 85p. 2012.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; GALETTI, G.; FERNANDES, D. M., CORRÊA, J.C. Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.385-392, 2013.

GANTZ, C. H. **Evaluating the efficiency of the Resistograph to estimate genetic parameters for wood density in two softwood and two hardwood species**. 2002. 78 p. Dissertation (Master in Forest Engineering) – North Carolina State University, Raleigh, 2002.

GARLIPP, R.; FOELKEL, C. – O papel das florestas plantadas para atendimento das demandas futuras da sociedade. In: XIII CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL/FAO. Buenos Aires, Argentina. **Resumos...** out./2009.

GOMES, A. F. **Avaliação das características da madeira e de polpa de *Eucalyptus* mediante a aplicação de métodos não destrutivos na árvore viva**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira). Lavras, MG. 141p. 2007.



GONÇALVES, F. G. **Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla x grandis* para produtos sólidos**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 167 p. 2006.

GONÇALVES, S. F. B. **Ferramentas para a avaliação das propriedades da madeira em árvores vivas de *Toona ciliata* (Roemer) e aplicações no melhoramento genético**. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira). Lavras, MG. 76p. 2009.

GONZÁLEZ, A.M.B.; KARSULOVIC, J.T.C. Efecto de nudos e inclinación de fibras em la velocidad de propagación e impedancia acústica de ondas ultrasónicas em madera de Pino radiata. In: Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Productos Forestales, 1, **Anais...** Concepción, Chile, 2000, 11p. (editado em CD-ROM)

GORINI, A.P.F. **A indústria de móveis no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário – Abimóvel, 2000. 80p

GOUVÊA, C. F. **Estudo do desenvolvimento floral em arbóreas da família Meliaceae**. Tese (Doutorado em Ciências), Piracicaba/SP, 101f. 2005.

HANSEN, C. P. Application of the pilodyn in Forest tree improvement. DFSC –Danida Forest seed Centre, Denmark. **Series of Technical Notes**, number 55.2000.

HEARMON, R.F.S. **Theory of the vibration testing of wood**. Forest Prod. J., Madison, v.16, n.8, p. 29-40, 1966.

HEIN, P. R. G. **Adequação do resistograph para a estimativa da densidade básica da madeira de *Eucalyptus***. 32 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

HOEFLICH V.A.; SILVA J.A.; SANTOS A.J. - Política florestal: conceitos e princípios para a sua formulação e implementação empresa brasileira de pesquisa agropecuária - Embrapa Florestas - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Documentos 160** - Embrapa Florestas Colombo, Paraná, 46 p., out. 2007.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento>>. Acessado em: 10 ago. 2015.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Relatório de atividades das ASM - Áreas de soltura e monitoramento de animais silvestres organizado pelo departamento de comunicação do IBAMA— SP - São Paulo: 2009.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. “Planos de Manejo das Florestas Nacionais do Crepori, Jamanxim e do Amana, localizadas no estado do Pará” Produto 3.2 - **Relatório Inventário Florestal da Floresta Nacional do Crepori - Relatório Final 04PND0207** - Consórcio Senografia/STCP. Curitiba/PR. 376p. Janeiro/2009.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/4910-desmatamento-florestal-cause-danos-irreversiveis-a-vida.html>>. Acessado em: 05/jun/2015.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. *Cedrela fissilis* Vell. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/cedrella.fissilis.asp>>. Acessado em: 07/set/2014.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Fichas de Características das madeiras brasileiras**. São Paulo. ed. 2, n. 1791, 1989.

IWASAKI-MAROCHI, C. **Anéis anuais de crescimento do cedro (*Cedrela fissilis* - Meliaceae) aplicados à avaliação da taxa de crescimento e dendroclimatologia**. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 124 f., 2007.

JANKOWSKY, I.P.; CHIMELO, J.P.; CAVANCANTE, A. de A.; GALINA, I.C.M.; NAGAMURA, J.C.S. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum. p. 172, 1990.

JUVENAL, T.L.; MATTOS, R.L.G.; **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento** - BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3-30, set. 2002.

KAISERLIK, J.H., PELLERIN, R.F. Stress wave attenuation as an indicator of lumber strength. **Forest Prod. J.**, Madison, v. 27, n.6, p. 39-43, 1977

KASTEIN, L.C.A. **Conheça Descalvado**. Editora: Edição do Autor. 132p. 2001.

KOEHLER, A. B.; **Modelagem Biométrica e Morfometria em Povoamentos Jovens de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze, em Tijucas do Sul, Estado do Paraná**. UFPR, Curitiba, 2009. 142 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, 2009.

KUBE, P.D.; RAYMOND, C. A. Prediction of whole-tree basic density and pulp yield using wood core samples in *Eucalyptus nitens*. **Appita Journal**, Mooroolbark Vic, v. 55, n.1, p. 43-38, Jan. 2002.

LEÃO, R.M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 444p. 2000.

LEI N°. 12.727, de 17 de Outubro de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm)>. Acessado em: 02/set/2014.

LIMA, I. L. de; GARCIA, J. N.; NOGUEIRA, M. C. S. “Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden”. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.58, p.111-125, dez. 2000.

LIMA, J. T. **Resistência à perfuração da madeira de *Eucalyptus* com o resistógrafo e sua relação com outras propriedades**. 42p. 2001. (Relatório Técnico)

LIMA, J. T. **Relações entre características da madeira do *Eucalyptus* e a susceptibilidade de suas árvores a danos causados pela ação do vento**. 2002. (Relatório Técnico)

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**, Viçosa – MG, v. 28, n.1, p. 107-116, 2004.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; CARNEIRO, A, C. O. Características anatômicas e química da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. **Revista Cerne**, vol. 13, núm. 2, pp. 123-129, 2007.

LISBOA, C. D. J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill. ex maiden**, Tese (Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná). Curitiba, PR. 298p. 1993

LORENZI, H., **Árvores Brasileiras – Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas nativas do Brasil**. v 1. Instituto Plantarum. Nova Odessa – SP, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 373p. 1992.

MATOS, J. L. M. **Estudos sobre a produção de painéis estruturais de lâminas paralelas de *Pinus taeda* L.** (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 117 f.,1997.

MAY, P.H; VEIGA, F.C.N. **Barriers to certification of forest management in the Brazilian Amazon: the importance of costs**. Rio de Janeiro: Instituto Pró-Natura, International Institute for Environment and Development – IIED, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 2000. Disponível em: < [www.pronatura.org.br/en/projects/](http://www.pronatura.org.br/en/projects/)>. Acessado em: 13/fev/2015.

MAURI R. **Anatomia e densidade de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* com variação de altitude e topografia no estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro 100p. 2010.

McKENZIE, H.M.; SHELBOURNE, C.J.A.; KIMBERLEY, M.O.; McKINLEY, R.B.; BRITTON, R.A.J. Processing young plantation-grown *Eucalyptus nitens* for solid-wood products: 2., predicting product quality from tree, increment core, disc and 1-m billet properties. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.33, n.1, p. 79-113, Feb. 2003.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 73. p. 101-111. mar. 2007.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Florestas - Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/>>. Acessado em: 04/ago/2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente – Estado da Arte da Certificação florestal. Programa Nacional de Florestas – Agenda Positiva para o Setor Florestal do Brasil. Documento de Trabalho 13. 25p. 1999. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_pnf/\\_arquivos/est\\_estadodaarte.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_pnf/_arquivos/est_estadodaarte.pdf)>. Acessado em: 04/ago/2014.

MOTHE, F.; SCIAMA, D.; LEBAN, J. M.; NEPVEU, G. Localisation de la transition bois initial - bois final dans un cerne de chêne par analyse microdensitométrique. **Annales des Sciences Forestières**. Champenoux, v.4, n.55, p. 437-449, 1998.

MUEELNER, A. N.; SAMUEL, R.; JOHNSON, S. A.; CHEEK, M.; PENNINGTON, T D.; HASE, M. W. Molecular Phylogenetics of Meliaceae (Sapindales) based on nuclear and plastid DNA sequences. **American Journal of Botany**, New York v.90 n.3, p.471-480, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola – Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo**. São Paulo, Ceres, 528 p. 1976.

MUNERI, A.; RAYMOND, C.A. Nondestructive sampling of *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* for wood properties: 2., fiber length and coarseness. **Wood Science and Technology**, Berlin, v.35, n. 1/2, p. 41-56, Feb. 2001.

MUNSON, R. D. **The role of potassium in agriculture**. ASA, CSSA e SSSA. Madison e Wisconsin. V.J. Kilmer, S.E. Younts e N.C. Brady Editores. 1968

NAVES, R. P. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração de áreas em processo de restauração com diferentes idades, comparadas a ecossistema de referência**. Dissertação (Programa: Recursos Florestais). Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais. Piracicaba/SP. 100p. 2013.

NUTTO, L. Comunicação pessoal. Pesquisador do Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Universidade de Freiburg, Alemanha. 2005. In: GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J.T.S.; TOMAZELLO FILHO, M.; REZENDE, G.D.S.P. Estimativa da Densidade básica da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* por método não destrutivo. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, Suplemento, p. 119-128, dez. 2007.

OLIVEIRA, A. C. **Influência da umidade de equilíbrio da madeira na velocidade de propagação de onda de tensão**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 29p., 2005.

OLIVEIRA, B. R. U.; LATORRACA, J. V. F.; TOMAZELLO FILHO, M., PALERMO, G. P. M.; CARVALHO, A. M.; PASTRO, M. S. Microdensitometria de Raios X Aplicada na Determinação da Variação da Densidade do Lenho de Árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 103-112, mar. 2011.

OLIVEIRA, F.G.R. de; SALES, A. Efeito da densidade e do teor de umidade na velocidade ultrasônica da madeira. **Revista Minerva**, São Carlos, v. 2, n. 1, p. 25-31, 2005.

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**. Tese (Programa de Pós- graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira), UFLA, Lavras. Minas Gerais. 99 p., 2009.

PAULILO, M. T. S. et. al. Responses to light changes in tropical seedlings of the Brazilian Atlantic rainforest tree species *Cecropia glazioui* (Cecropiaceae) and *Cedrela fissilis* (Meliaceae). **Australian Journal of Botany**, v.55, p.795–802, 2007.

PINTO, L.P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R. R.; ROCHA, R. Introdução. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, p. 6-8. 2009.

PNF - Programa Nacional de Florestas. Ministério do Meio Ambiente. Governo do Brasil. 2004.

RAUBER, R. C. **Dendroecologia de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) em um ecótono de florestas subtropicais montanas no Brasil**. Dissertação (Programa de Pós graduação em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS). Porto Alegre/RS. 80p. 2010.

RAYMOND, C.A.; MUNIERI, A. Nondestructive sampling of *Eucalyptus globulus* and *E. nitens* for wood properties: I., basic density. **Wood Science and Technology**, Berlin, n.35, p.27-39, 2001.

REITZ, J.R. **Flora Ilustrada Catarinense: Meliaceae**. Itajaí, 1984.

REZENDE, M.A.; ESCOBEDO, J. F. Retratibilidade volumétrica e desensidade aparente da madeira em função da umidade. **IPEF**, n.39, p.33-40, ago.1988.

RIBASKI, N. G.; IRITANI, C.; RIBASKI, J. Embriogênese somática de *Cedrela fissilis* Vell.: alternativa para gerar plantas resistentes ao ataque da broca-do-cedro (*Hypsipyla grandella*). In: Congresso Brasileiro De Sistemas Agroflorestais. Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida. **Anais...** Ilhéus/Bahia, 2002.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 359p. 1999.

RIBEIRO, M.C.; MATZGER, J.P.; MASRTENSEN, A.C; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n.6, p. 1141-1153, June 2009.

RINNTECH. User Manual - Arbotom 3-D Tree Impulse Tomograph, version 1.59 for Microsoft Windows 98, 2000, XP. Heidelberg: Microsoft Window; 42 p. 2005.

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

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. EDUSP/FAPESP 3 ed., p.235-247. 2004.

RODRIGUES, B. P. **Qualidade do lenho de árvores de clone de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* sob estresse abiótico e o impacto na produção de celulose.** 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Programa de Pós- Graduação em Ciências Florestais Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

ROSS, R. J.; PELLERIN, R. F. **Nondestructive testing for assessing wood members in structures: a review.** Madison: USDA, 40 p., 1994.

ROSS, R. J. ; PELLERIN, R. F. ; VOLNY, N. ; SALSIG, W. W. ; FALK, R. H. “**Inspection of Timber Bridges Using Stress Wave Timing Nondestructive Evaluation Tools**”. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-114 USDA, Department of Agriculture, Forest Service, Madison, WI.17 p, 1999.

SALOMONE, L. G. C. Monografia Engenharia Florestal. **Ensaio de Usinagem em Amostras da Madeira de Cinco espécies Nativas Brasileiras.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica - RJ. 30p. 2011.

SCOLFORO, J. R.; **Modelagem do Crescimento e da Produção de Florestas Plantadas e Nativas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 453 p., 1998.

SCOLFORO, J. R. MAESTRI, R.; O manejo de florestas plantadas. In: Manejo Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p.

Secretária de Estado da Fazenda de Belém, Pará (SEFA). Boletim informativo de preços mínimos 2015. Disponível em: <<http://www.sefa.pa.gov.br/index.php/orientacoes/93-orientacoes/icms-orientacoes/10077-boletim-2015>>. Acessado em: 15/jan/2016.

SEVERO, E. T. D. Avanço no desdobro e secagem da madeira de eucaliptos. In: SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 188-196. 2002.

SETTE JUNIOR, C.R. Aplicação de potássio e sódio no crescimento do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 153 p., 2010.

SOUZA, M. A. M. **Deformação Residual Longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus*.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 72 p., 2002.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro – Sistema Nacional de Informações Florestais. Disponível em <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/bens-e-servicos-que-a-floresta-fornece>>. Acessado em: 05/ago/2014.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro – Recursos florestais. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/conhecendo-sobre-florestas>> Acessado em: 05/ago/2014.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro – Sistema nacional de informações florestais. Disponível em <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/bens-e-servicos-que-a-floresta-fornece>>. Acessado em: 05/ago/2014.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro - Panorama Econômico do Setor Florestal. Boletim produzido pela Gerência Executiva de Planejamento Florestal. Março de 2014, Ano 1, Edição 1, Publicação Semestral. Disponível em: <[http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Panorama\\_Economico\\_1\\_2014-PUBLICADO.pdf](http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Panorama_Economico_1_2014-PUBLICADO.pdf)>. Acessado em: 13/ago/2014.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro – Tipologias florestais. Disponível em <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/conhecendo-sobre-florestas>>. Acessado em: 10/dez/2015.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro – Cadeia Produtiva. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/cadeia-produtiva>>. Acessado em: 15/jan/2016.

SILVA, C.C. **Potencial de espécies nativas para a produção de madeira serrada em plantios de restauração florestal**. Dissertação (Programa de Recursos florestais). Piracicaba/ SP. 101p. 2013.

SILVA, J.A. As funções de estado na área florestal. **Revista Floresta e Ambiente**, v.8, ed. única, n.1, p.223-226, 2001.

SILVA, J.A. **Quebrando castanha e cortando seringa**. Seropédica: Editora Da Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, 136p. 2003.

TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, 2010.

TNC - The Nature Conservancy. **Manual de Restauração Florestal**. Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. 130p. 2013.

TOMAZELLO FILHO, M.; CHAGAS, M.P.; ROQUE, R.M. **Manual de aplicação de densitometria de raios-X em amostras de madeira**, CRAD e CERD. Piracicaba, 32p. 2005.

TROPPEMAIR, H. Considerações sobre as Condições Naturais e alguns Aspectos da Geografia Agrária do Município de Descalvado. Rio Claro: Editora da UNESP, v. 1. 125p. 1969.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; PÁDUA, F. A.; SORAGI, L. C.; ANDRADE, C. R. DEFORMAÇÃO RESIDUAL LONGITUDINAL (DRL) E TANGENCIAL (DRT) EM SEIS CLONES DE *Eucalyptus* spp. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 279-286, jul./set. 2006.

VERÍSSIMO, A. Estratégia e Mecanismos Financeiros para Florestas Nativas do Brasil. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 40 p., 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/12074-027fef11c6831b6a2995ab35f025d075c.pdf>>. Acessado em: jun/2015.

VERÍSSIMO, A. & BARRETO, P. National Forest in the Amazon: challenges and opportunities. In ZARIN, D., ALAVAPATI, J., PUTZ, F & SCHMINK, M, Eds. **Working Forest in the Neotropics: Conservation through sustainable management**. Pp 31-40. Columbia University Press. 2004.

VERÍSSIMO, A. Florestas Nacionais: uma política para conservação e manejo florestal na Amazônia. **Ciência e Ambiente**, n.32, 2005.

VERÍSSIMO, A., SMERALDI, R & AZEVEDO, T. **Forest certification in Brazil: advances, innovations and challenges**. In Burger, D., Hess, J. & Lang, B (Eds). *Forest Certification: An innovative instrument in the service of sustainable development?* Eschborn: GTZ, 2005. Pp 207-217. 2005.

WWF - World Wildlife Foundation - Natureza brasileira. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira)>. Acessado em: 10/jan/2015.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A dos S.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de Miniestaca Caulinar e Foliar na Propagação Vegetativa de Cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.351-356, 2003.