



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

**KAREN ADRIANA PECINATO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA MADEIRA DE JAQUEIRA  
(*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ATRAVÉS DE ENSAIOS DE USINAGEM**

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2015



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

**KAREN ADRIANA PECINATO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA MADEIRA DE JAQUEIRA  
(*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ATRAVÉS DE ENSAIOS DE USINAGEM**

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

Prof. Dr. ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO- 2015

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA MADEIRA DE JAQUEIRA  
(*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ATRAVÉS DE ENSAIOS DE USINAGEM**

**KAREN ADRIANA PECINATO**

Monografia aprovada em 30 de novembro de 2015.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Natália Dias de Souza – UFRRJ  
Membro

---

Eng. Florestal Pablo Vieira dos Santos – UFRRJ  
Membro

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a meu pai  
(in memoriam).*

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe Salete, meu irmão Jean e minha avó Alair pelo apoio e amor em todos os momentos, fundamental para a minha formação.

A toda minha família pelo incentivo e apoio, especialmente aos meus tios: Andrea, Edson, Eliza e Nelson.

Ao professor Alexandre Monteiro de Carvalho por me orientar e pelo incentivo empregado neste trabalho.

Aos membros da banca, Professora Natália Dias de Souza e Pablo Vieira dos Santos, pela contribuição nesse trabalho.

Ao Rodrigo, Cadu, Dinaldo e Carol do Laboratório de Processamento, que muito ajudaram e contribuíram para este trabalho.

A Andreia e Renata da Fundação Osvaldo Cruz Mata Atlântica pela disponibilidade, e boa vontade de ajudar na realização deste trabalho.

Aos meus amigos Amanda Arantes, Caio, Hudson e Luiza que foram durante a graduação e continuarão sendo fechamento.

As meninas que fazem e fizeram parte do quarto 203, companheiras em vários momentos, em especial a Lidiane e Amanda Paiva.

A todos os amigos feitos durante esses anos de rural, pelo companheirismo e os momentos vividos, em especial a Danilo e Elyakim.

A Felipe, Mariulzete, Altivo e Arthur pelo apoio e momentos vividos.

As minhas amigas de Santa Catarina que mesmo longe foram fundamentais, Eliane, Caroline, Camila e Geiza.

A UFRRJ pela graduação em Engenharia Florestal.

## RESUMO

A espécie *Artocarpus heterophyllus* Lam., vulgarmente conhecida como jaqueira é considerada uma invasora no Brasil porque traz problemas em diversas áreas de conservação, onde é necessária a retirada de indivíduos. A madeira utilizada para o estudo originou de uma área de preservação permanente da Fundação Oswaldo Cruz Mata Atlântica, localizado próximo ao Parque Estadual da Pedra Branca, na cidade do Rio de Janeiro. A remoção dessas árvores fazem parte de um projeto de recuperação ambiental. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da madeira de *Artocarpus heterophyllus* Lam. através de testes de usinagem. Avaliou-se além da sua qualidade também sua sanidade e seu comportamento quando submetido a testes de usinagem. Foram selecionadas seis árvores, antes do abate foram realizadas medições com resistógrafo e, assim, avaliou-se sua sanidade, todas as árvores estavam sadias, não apresentando nem um defeito como de podridão ou árvore oca. Após o abate, desdobro e secagem foram feitas 12 amostras e realizados os seguintes testes de usinagem: aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, rasgo lateral e fendilhamento por prego. Os testes foram satisfatórios em geral, obtendo as melhores notas para aplainamento e lixamento. A espécie também apresentou desenvolvimento retilíneo e cor do núcleo amarelo brilhante, o que realça a beleza da madeira, e acrescenta valor ao produto final. A partir destas características pode concluir-se que a madeira de jaqueira apresenta potencial na indústria madeireira, principalmente para uso na construção e fabricação de móveis, e, assim, pode ter uma utilização após a remoção das áreas de conservação.

**Palavras-chave:** indústria madeireira, espécies invasoras e área de conservação.

## ABSTRACT

The *Artocarpus heterophyllus* Lam., commonly known as jackfruit (in portuguese, jaqueira) is considered an invasive in Brazil because it brings problems in many areas of preservation, where the withdrawal of individuals is required. The wood used for the study originated from a permanent preservation area of the Fundação Oswaldo Cruz Mata Atlantica, located near the Parque Estadual da Pedra Branca in the city of Rio de Janeiro, the removal of these trees are part of an environment and recovery project. This research aimed to evaluate the quality of the wood of *Artocarpus heterophyllus* Lam. through machining tests, in order to assess their quality, sanity and their behavior when subjected to machining tests. Before slaughter six trees were used, which were performed measurements resistograph and thus evaluate their health. After slaughter and drying were made 12 samples and carried out the following machining tests: planing, sanding, drilling for bolt and hinge, and lateral tear. The tests were satisfactory in general, getting top grades for planing and sanding. The species also presented rectilinear development and color from bright yellow core, which enhances the beauty of the wood, and adds value to the final product. From these characteristics it can be concluded that the wood of jackfruit has potential in the timber industry, mainly for use in construction and furniture making, and thus may have a use after the removal of protected areas.

**Keywords:** timber industry, invasive species and conservation area.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVO</b> .....	1
<b>3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	2
<b>4.HIPÓTESE</b> .....	2
<b>5. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
5.1 <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.....	2
5.1.1 Histórico.....	3
5.1.2 Espécie Invasora.....	4
5.2 Usinagem e qualidade da madeira.....	5
<b>6.1 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	6
6.1 Obtenção do Material e Confecção dos Corpos-de-prova.....	6
6.2 Características dendrométricas e características gerais da madeira.....	7
6.3 Resistógrafia.....	7
6.4 Determinação da densidade básica.....	8
6.5 Teste de usinagem.....	8
6.5.1 Teste de Plaina.....	9
6.5.2 Teste de Lixa.....	9
6.5.3 Teste de Furação por cavilha e dobradiça.....	9
6.5.4 Teste de Rasgo.....	10
6.5.5 Teste de Fendilhamento por Prego.....	10



<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>11</b>
7.1 Características dendrométricas e características gerais da madeira.....	11
7.2 Resistografia.....	12
7.3 Determinação da densidade básica.....	15
7.3 Testes de usinagem.....	15
7.3.1 Teste de Plaina.....	16
7.3.2 Teste de Lixa.....	16
7.3.3 Teste de Furação por cavilha e dobradiça.....	17
7.3.4 Teste de Rasgo.....	17
7.3.5 Teste de Fendilhamento por Prego.....	19
<b>8. CONCLUSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1.</b> Notas aplicadas nas avaliações de peças nos ensaios de usinagem.....	8
<b>Tabela 2.</b> Características individuais das árvores selecionadas para o abate.....	11
<b>Tabela 3.</b> Amplitude média para cada direção e amplitude média para cada árvore a resistência a penetração da broca.....	12
<b>Tabela 4.</b> Densidade básica para cada amostra da madeira de jaqueira.....	15
<b>Tabela 5.</b> Avaliação dos ensaios de plaina, lixa furação e rasgo.....	16
<b>Tabela 6.</b> Avaliação do teste de fendilhamento por pregos.....	16

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b>	Árvores de jaqueiras selecionadas para o estudo, localizadas em área de preservação permanente da Fundação Oswaldo Cruz, Taquara, Rio de Janeiro.....	6
<b>Figura 2.</b>	Obtenção e confecção do material de estudo. (A) abate das árvores, (B), toras de 1,30 m de comprimento, (C) desdobro das toras, (D) confecção dos corpos de prova.....	7
<b>Figura 3.</b>	Resistógrafo em aplicação para a obtenção de dados de resistência à penetração de broca na madeira.....	7
<b>Figura 4.</b>	Corpo-de-prova dos ensaios de usinagem. Dp =desempeno; Fd =furação para dobradiça;Fc = furação para cavilha; Rg = rasgo; Fp= fendilhamento por pregos; Lx = lixamento.....	8
<b>Figura 5.</b>	Cor da madeira de jaqueira após secagem, diferença visível entre cerne e alburno.....	11
<b>Figura 6.</b>	Gráficos gerados pelo resistógrafo, mostrando a resistência à penetração percentual por distância percorrida em milímetros.....	14
<b>Figura 7.</b>	Defeitos encontrados no teste de plaina. (A) arpejamento de grã, (B) arrancamento grã.....	17
<b>Figura 8.</b>	Grã felpuda, defeito mais frequente no teste de lixa.....	17
<b>Figura 9.</b>	Defeitos mais frequentes nos testes de fendilhamento.(A) Teste de cavilha, levantamento de grã. (B) Teste de dobradiça, grã felpuda.....	18
<b>Figura 10.</b>	Defeitos encontrados no teste de rasgo em ordem de intensidade.....	18
<b>Figura 11.</b>	Defeitos encontrados em maior intensidade na região da medula.....	19
<b>Figura 12.</b>	Variação da média de cada amostra em relação a média geral das notas.....	19

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira dentre os materiais de origem biológica é sem dúvida o mais conhecido e utilizado. Seu uso é desde os períodos pré-históricos, porém mesmo assim, pode ser considerada uma matéria-prima moderna (KLOCK et al, 2003).

O uso da madeira não se deve apenas ao seu consumo como material de energia e construção, também como matéria-prima mais importante na produção de papel, além de inúmeros produtos oriundos de sua transformação química, conjuntamente com sua condição de matéria-prima renovável, o que a torna um bem de inigualável valor para a humanidade. Madeiras maciças utilizadas para móveis e revestimentos atestam sua utilidade e beleza. Mesmo nas formas convertidas como painéis compensados, aglomerados e fibras, além de outros produtos, mostram-na como um valioso material de construção. (KLOCK et al, 2003).

Uma espécie produtora de madeira pouco estudada, mas que apresenta boa durabilidade natural, resistência, e trabalhabilidade é a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) (GUNASENA, 1993), sendo mencionada como excelente para carpintaria e marcenaria (SANTOS, 1978), de cor amarela clara e constituição própria, podendo se usada para construção naval, principalmente para partes vitais dos navios. É uma madeira bastante interessante para construções mistas por não apresentar oxidação em contato com metais (GOMES, 2007).

A jaqueira é originária do sudeste asiático e foi introduzida em diversos países, inicialmente, por razões alimentícias (CRANE et al., 2002). A espécie apresenta ainda características de invasoras como crescimento inicial rápido, grande produção de sementes e boa tolerância a condições desfavoráveis para germinação. Ela destaca-se dentre as espécies que tem demonstrado relevante comportamento invasor na Mata Atlântica (INSTITUTO HÓRUS, 2010).

Antigamente, a jaqueira foi usada para o paisagismo e reflorestamentos em parques urbanos no Rio de Janeiro (SANTOS et al., 2008), e hoje a *Artocarpus heterophyllus* Lam representa uma ameaça às espécies nativas no Parque Nacional da Tijuca, devido à agressividade de sua propagação (ABREU, RODRIGUES, 2005; SANTOS et al., 2008). Ela também está entre as 12 espécies exóticas a serem retiradas de áreas de preservação permanente do Campus da Mata Atlântica da Fundação Oswaldo Cruz, situado próximo ao Parque Estadual da Pedra Branca; onde, em 2015, há a previsão de abate de cerca de 800 árvores de espécies invasoras, sendo que 70 delas são árvores de jaqueiras (Licença de corte de espécies exóticas invasoras concedida pela SMAC – Secretaria Municipal de Ambiente e Cultura do Rio de Janeiro número 002920). Neste contexto, a remoção destas árvores encontra-se dentro de um projeto de recuperação ambiental.

Devido a esse problema ambiental que a jaqueira causa, sua retirada de áreas de preservação é de grande importância. Uma alternativa após a remoção seria o uso da madeira para diversas finalidades. Apesar de a jaqueira ser a espécie mais difundida do gênero *Artocarpus*, existem poucos trabalhos referentes à sua madeira, sendo que os trabalhos encontrados na literatura referem-se aos seus frutos (BARBOSA et. al., 2011).

## 2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade da madeira de *Artocarpus heterophyllus* Lam, através de ensaios de usinagem, identificando seu potencial de uso na indústria madeireira.

### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a sanidade dos troncos e a amplitude média de resistência da madeira à penetração da haste nos ensaios de resistografia;
- Determinar a densidade básica da madeira;
- Verificar a qualidade da superfície das peças obtidas em cada ensaio de usinagem proposto e avaliar os defeitos ocorrentes através de um sistema de notas.
- Características amostradas segundo suas variáveis dendrométricas e de sua madeira.

### 4. HIPÓTESE

A madeira de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) possui potencial de utilização para a indústria madeireira e assim poder gerar agregação de valor e produtos de mercado após o corte em projetos de adequação ambiental.

### 5. REVISÃO DE LITERATURA

#### 5.1 *Artocarpus heterophyllus* Lam.

Popularmente conhecida como jaqueira, a *Artocarpus heterophyllus* Lam pertence à família Moraceae (M. B . GARDEN, 1983), onde seu nome genérico e o epíteto de origem grega tem o significado: ártos – alimento e karpós – fruto, *heterophyllus*- “diferentes folhas”, pois tais folhas são inteiras na árvore adulta e recortadas nos indivíduos juvenis (CHAVES, 1967).

A jaqueira apresenta porte ereto, altura variando de 20 a 25 metros quando adulta, normalmente com diâmetro médio acima de 1 m, além de uma copa densa e irregular (BRAZ et al. 2010). Apresenta folhas alternas, que amarelecem no próprio indivíduo, antes de caírem. Suas flores masculinas e femininas são vistas em inflorescências distintas, saindo diretamente do tronco. Possui infrutescência formada pelo agregado dos ovários de centenas de flores femininas, cada uma delas contendo uma semente. O fruto é um dos maiores que se conhece, uma jaqueira bem desenvolvida chega a produzir até 100 frutos por ano, alguns deles chegando a pesar mais de 30kg (CHAVES, 1967), possuindo em média 500 sementes (THOMAS, 1980; CRANE et al., 2002).

A jaqueira é nativa das florestas tropicais da Índia, crescendo entre altitudes de 450-1200 metros (THOMAS 1980). Esta espécie apresenta preferência por clima quente e úmido, e, no Brasil, predomina na floresta Atlântica, embora também ocorra em regiões mais secas, como o Cerrado (ANDRADE, 2013).

Toda a planta de jaqueira possui látex e quando este é aquecido pode ser usado como uma cola para aderir porcelana e cerâmica ou como calafetagem de barcos. O látex contém resinas que podem ter utilização em vernizes e também em armadilhas para insetos e algumas espécies de aves (CAMPBELL e LESDESMA, 2003).

O fruto da jaqueira tem uma grande utilidade na alimentação. É fonte regular de ferro, riquíssima em princípios sacarinos. As sementes grossas e numerosas podem ser assadas ou cozidas para serem consumidas (BALBACH, 1973), além de quando estas são moídas transformam-se em uma farinha que pode ser utilizada para preparação de pães e bolos (SEAGRI- BAHIA, 1989). A polpa pode ser consumida em bebidas como refrescos, licores, sucos e em sorvetes. Seus frutos verdes ou mesmo suas folhas podem servir de excelente forragem para animais domésticos (SEAGRI- BAHIA, 1989), e segundo um estudo feito sobre suplementos à base das folhas de jaqueira e uréia para carneiros, observou-se que houve um aumento no valor nutritivo da dieta básica oferecida, melhorando a digestibilidade (KUSMARTONO, 2007).

Além do uso na alimentação, diversos autores têm indicado o potencial medicinal desta espécie, pela sua ação, por exemplo, na atividade hipoglicêmica (FERNANDO, 1990) e no metabolismo ligado à produção de melanina (ARUNG et al., 2006), dentre outros. Cascas das raízes e frutos possuem atividade antibacteriana (KHAN et al., 2003). Atividades anti-inflamatória e antioxidante também são conhecidas para a espécie (PEREIRA e KAPLAN, 2013).

Sua madeira é resistente, apresentando boa durabilidade natural e fácil trabalhabilidade. Possui o cerne amarelo brilhante, (GUNASENA, 1993) e tem sido utilizada na construção civil e naval devido a sua capacidade de resistência em meio líquido (CHAVES, 1967), além de serrarias para a fabricação de móveis (CUNHA, 2006). O intenso uso da madeira de jaqueira na fabricação de móveis rústicos nos últimos anos, levou ao aumento do número de carpintarias na Bahia (CUNHA, 2006).

No Brasil existem insetos que danificam folhas, brotos, flores, frutos e a madeira da jaqueira, mas eles não são considerados inimigos naturais, pois não destroem ou inviabilizam os frutos, não afetando assim sua propagação (SEAGRI- BAHIA, 1989; SETE ERVAS, 2004).

### 5.1.1 Histórico

A jaqueira é uma frutífera originária da Ásia, trazida para o Brasil pelos portugueses, onde se adaptou às condições edáficas (FERRÃO, 1993; CHAVES et al., 1967). Esta espécie é nativa das florestas tropicais da região de Ghats ocidental na Índia, sendo cultivada em todo o sudeste asiático (THOMAS, 1980), em especial na Índia (WARRIER et al., 2009; CHAVES, et al. 1967).

As grandes navegações que desencadearam o processo europeu de expansão colonialista permitiram a disseminação de *A. heterophyllus* Lam. pelas novas colônias tropicais na América e na África, atendendo as determinações do rei de Portugal, pelas quais os vice-reis da Índia deveriam enviar à metrópole e às suas colônias as plantas de interesse utilitário para viabilizar seu cultivo (FERRÃO, 1993).

No Brasil ela foi introduzida no nordeste em meados do século XVII (MORTON, 1965). Em 1682, na Bahia, já havia 11 jaqueiras cuja procedência é desconhecida. Porém, o primeiro registro de remessas dessa espécie ao país foi em janeiro de 1683, pela Nau Sam Francisco Xavier (FERRÃO, 1993). As recém-chegadas sementes e mudas foram enviadas a jesuítas do Jardim D'Ajuda, um horto em Salvador que tinha por finalidade a aclimação de espécies exóticas e que depois de aclimatadas eram enviadas para outras regiões do país (DEAN, 2002). Esta espécie se adaptou tão bem ao clima do Brasil que chegou a ser classificada erroneamente como *Artocarpus brasilienses* (CHAVES et al., 1967).

*A. heterophyllus* L. passou a fazer parte da relação das muitas espécies exóticas empregadas no paisagismo, onde foi amplamente utilizada pelo francês Auguste Glaziou, contratado por D. Pedro II, em meados do século XIX (SANTOS et al., 2008).

Atualmente não é mais utilizada no paisagismo, pois se apresentou como uma ameaça às espécies nativas devido à agressividade de sua propagação, caracterizando um processo de bioinvasão (ABREU et al., 2005; SANTOS et al., 2008).

### 5.1.3 Espécie invasora

O conceito de espécie invasora é “uma planta de outro território que se propaga naturalmente, em habitat natural ou seminatural, para produzir uma troca importante no que se refere à composição, estrutura ou processos do ecossistema” (CRONCK, FULLER, 1996).

A jaqueira no Brasil é uma espécie com alto poder de invasão e um problema em diversas unidades de conservação do país, além de possuir uma série de características que permitem classificá-la como uma espécie invasora: a) produz sementes em grande variedade de condições climáticas e edáficas, e grande capacidade de crescimento; b) crescimento inicial rápido e produção de sementes em um curto período de tempo; c) produção de um grande número de sementes por fruto, apresentando tolerância a condições desfavoráveis para a germinação; d) ter grande habilidade competitiva e; e) apresenta mecanismos de adaptação para disseminação à pequena e longa distância (BAKER, 1995).

Existem poucos estudos sobre o potencial invasor das jaqueiras no Brasil. O Instituto Hórus em 2005, em seu site de divulgação, relatou os principais locais de ocorrência da jaqueira. A maior parte se refere às áreas onde as vegetações são típicas de Floresta Atlântica, incluindo Parques Nacionais e Municipais, Ilhas e áreas urbanas do Nordeste e Sudeste brasileiro. Em todos os locais em que as jaqueiras foram encontradas, estas se encontravam como invasoras dominando ou alterando algum trecho de floresta.

Atualmente, nos parques públicos do estado do Rio de Janeiro, algumas plantas invasoras constituem um problema crescente, dentre as espécies invasoras presentes nas unidades de conservação da cidade do Rio de Janeiro, a jaqueira se destaca por apresentar uma grande frequência. Ela é observada em diversos fragmentos florestais, com indivíduos nas diferentes fases de crescimento. A espécie foi introduzida no Rio de Janeiro a aproximadamente 150 anos por meio de um reflorestamento (BANDEIRA, 1993).

Nas áreas florestais no país a *Artocarpus heterophyllus* Lam. ocupa e reduz o habitat da flora e fauna, além de servir como alimento para fauna. Originalmente esta espécie é típica de estágios sucessionais avançados e cresce naturalmente no sub-bosque da floresta tropical úmida. É tolerante à sombra, porém nos estágios iniciais de vida necessita de um pouco de luminosidade, portanto germina melhor em clareiras. Em seu país de origem seus principais dispersores são os macacos, roedores e porcos selvagens (KHAN, 2004). Já no Brasil existem poucos predadores capazes de manter o equilíbrio entre a produção e consumo de jaqueiras; os predadores que existem, como o gambá e o ouriço, não são suficientes para se alimentar do total de sementes produzidas (GOMES, 2007).

A capacidade de dispersão da jaqueira é muito grande e a falta de predadores e a ação do homem acabam facilitando sua proliferação nas florestas. A grande oferta desses frutos favorece a reprodução de animais predadores como o mico estrela, aumentando a população, o que pode causar um desequilíbrio na natureza durante o período de inverno, quando não há a oferta de frutos e estes animais passam a se alimentar de outros animais e plantas, causando a extinção de algumas espécies (DALMAU, 2004).

Segundo Siqueira (2006), em um estudo realizado sobre de propagação e dispersão de espécies nativas e exóticas invasoras em um período de cinco anos, no Campus da Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, o autor constatou que a dispersão da jaqueira é realizada por barocoria e zoocoria. A dispersão por zoocoria é feita por espécies como o gambá, que tem hábito noturno, e os macacos sagüis, que estão entre os principais dispersores, por se alimentarem de seus frutos, carregando para longe suas sementes. A espécie também

apresentou quase 100% de viabilidade das sementes quando a dispersão foi barocórica, e grande quantidade de plântulas formadas em três anos atingiram seis metros de altura, mostrando assim sua eficiência em ocupar o espaço das espécies nativas, ampliando sua população, competindo por nutrientes e causando um sombreamento, o que impedia o crescimento e estabelecimento das outras espécies.

## 5.2 Usinagem e qualidade da madeira

A usinagem da madeira corresponde ao seu comportamento frente a operações de processamento mecânico primário, secundário e terciário. De maneira a maximizar a obtenção de produtos de maior valor agregado para a indústria moveleira, essas operações devem ser continuamente monitoradas e avaliadas (SILVA et al., 2015).

Na fabricação de certos produtos, como móveis e esquadrias, espera-se que a madeira apresente durante a usinagem boa trabalhabilidade, o que, segundo vários autores, define o grau de facilidade em se processar a madeira com ferramentas manuais e/ou, mecânicas. A trabalhabilidade e ausência de defeitos, conforme Sinclair e Hansen (1993), são os atributos mais importantes que atestam a qualidade da madeira.

A madeira de cada espécie apresenta diferentes propriedades físicas, anatômicas e mecânicas, que dificultam a generalização de processos e rendimento das operações de usinagem. Quando se utiliza espécies alternativas, não se conhece o comportamento das ferramentas e das máquinas, durante o processo de usinagem (LUCAS, 2004). Portanto, é preciso conhecer os parâmetros de usinagem além da estrutura da madeira para entender suas relações, obtendo assim bons resultados, tanto na qualidade, quanto em rendimento (SILVA, 2002).

A qualidade do produto final obtida a partir do processo de usinagem da madeira pode ser afetada por diversos fatores: variabilidade entre indivíduos e espécies, condições operacionais das máquinas, ferramentas de corte e treinamento do operador. Isso justifica que o processo de usinagem da madeira deva ser continuamente avaliado (SILVA et al., 2005). As principais características da madeira que podem afetar a usinagem são: espécie florestal, umidade, anisotropia, lenho juvenil e adulto, orientação do corte, idade da árvore, presença de sílica e minerais, textura da madeira, dureza, presença de nós, madeira de reação e tensões de crescimento (SILVA et al., 2005).

Segundo Bonduelle (2001), a espessura de corte, velocidade de avanço da madeira contra a ferramenta, ângulo de ataque, rotação do eixo porta-ferramenta e número de gumes de corte da ferramenta; além de da massa específica e a grã da madeira, afetam a usinagem.

O interesse daqueles que usinam a madeira é obter uma superfície de boa aparência e realizar, com qualidade, operações de acabamento com produtos de recobrimento, como tintas e vernizes. No entanto, mesmo após o aplainamento, fresamento, furação, molduramento, lixamento e o torneamento, irregularidades como marcas e sulcos ainda são aparentemente visíveis (PALERMO et al., 2015).

Para Panches (2004) a qualidade da madeira é composta por muitas características e é avaliada corretamente somente quando é relacionada a uma aplicação específica. Portanto dependendo da utilização da madeira, diversas características podem ser levadas em consideração para a determinação de sua qualidade. Exemplifica esta situação, onde, se o objetivo for caracterizar a qualidade da madeira enquanto projetos arquitetônicos poderiam requerer a determinação de padrões de grã específicos ou cor.

Segundo Kikuti et al. (1996), a madeira de melhor qualidade é aquela que apresenta menor quantidade de defeitos, os quais lhes são intrínsecos (genéticos) ou resultantes do processo de corte, transporte, desdobro e/ou secagem da madeira.



## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1. Obtenção do Material e Confeção dos Corpos-de-prova

Para realização deste trabalho, foram selecionadas, aleatoriamente, 6 árvores de *Artocarpus heterophyllus* Lam., com altura variando de 10 a 15m, localizadas em uma das áreas de preservação do Campus Mata Atlântica da Fundação Oswaldo Cruz, situado próximo ao Parque Estadual da Pedra Branca, na cidade do Rio de Janeiro (Figura 1).



**Figura 1.** Árvores de jaqueiras selecionadas para o estudo, localizadas em área de preservação permanente da Fundação Oswaldo Cruz, Taquara, Rio de Janeiro.

As árvores selecionadas foram abatidas a 30 cm do chão (Figura 2. A), e de cada árvore foram coletadas toras de 1,30 m (Figura 2. B). As toras foram levadas para a Unidade de Processamento de Toras, do Departamento de Produtos Florestais, do Instituto de Florestas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para o desdobro em tábuas de uma polegada de espessura (Figura 2. C).

Após duas semanas de secagem ao ar livre em ambiente coberto, foram confeccionados 12 corpos-de-prova, com dimensões de 30cm x 12cm x 2,54cm para os testes de usinagem e 10 corpos de prova com dimensões de 5cm x 3cm x 2cm para a determinação da densidade básica da madeira, no Laboratório de Processamento Mecânico da Madeira, LPM – DPF-IF-UFRJ. Os corpos-de-prova passaram ainda por secagem em estufa com circulação forçada de ar regulada a 48°C, por um período de 72 horas, para realização dos testes de usinagem (Figura 2. D).



**Figura 2.** Obtenção e confecção do material de estudo. (A) abate das árvores, (B), toras de 1,30 m de comprimento, (C) desdobro das toras, (D) confecção dos corpos de prova.

### 6.2 Características dendrométricas e características gerais da madeira

Antes do abate, foram realizadas medições de DAP, estimação da altura nas 6 árvores selecionadas, analisados quanto sua tortuosidade e bifurcações. Após a confecção dos materiais características da madeira como sua cor foi analisada antes e depois da secagem.

#### 6.2. Resistografia

Antes do abate, foram realizadas medições de DAP e estimação da altura nas 6 árvores selecionadas. Após, foi utilizado o resistógrafo (“resistograph”), o qual foi feito duas medições a 1,30 m do chão na direção norte-sul e leste-oeste, para cada árvore.

Com essas medições foram gerados dados impressos pelo aparelho em uma escala relativa de resistência à penetração de uma broca de 3 mm de diâmetro (amplitude), a qual varia de 0% a 100%. 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. Com os dados obtidos pode-se inferir sobre a densidade, sanidade (ataque de brocas e cupins) e as propriedades mecânicas da madeira.



**Figura 3.** Resistógrafo em aplicação para a obtenção de dados de resistência à penetração de broca na madeira.

### 6.3 Determinação da Densidade Básica da Madeira

Para a obtenção da densidade básica da madeira os 10 corpos- de-prova foram imersos em água até atingirem a saturação de suas fibras. Então, quando saturados, foram retirados da água e medidos com precisão através de paquímetros digital, em suas dimensões de comprimento, largura e espessura, para obtenção do volume saturado. Posteriormente os corpos-de-prova foram levados para uma estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , até peso constante, para obtenção do peso seco. Com os valores de volume saturado e peso seco foi obtida a densidade básica através da Equação 1:

$$\text{Densidade básica (Db) em g/cm}^3 = \text{Peso seco (g)} / \text{Volume saturado (cm}^3) \quad (\text{Equação 1})$$

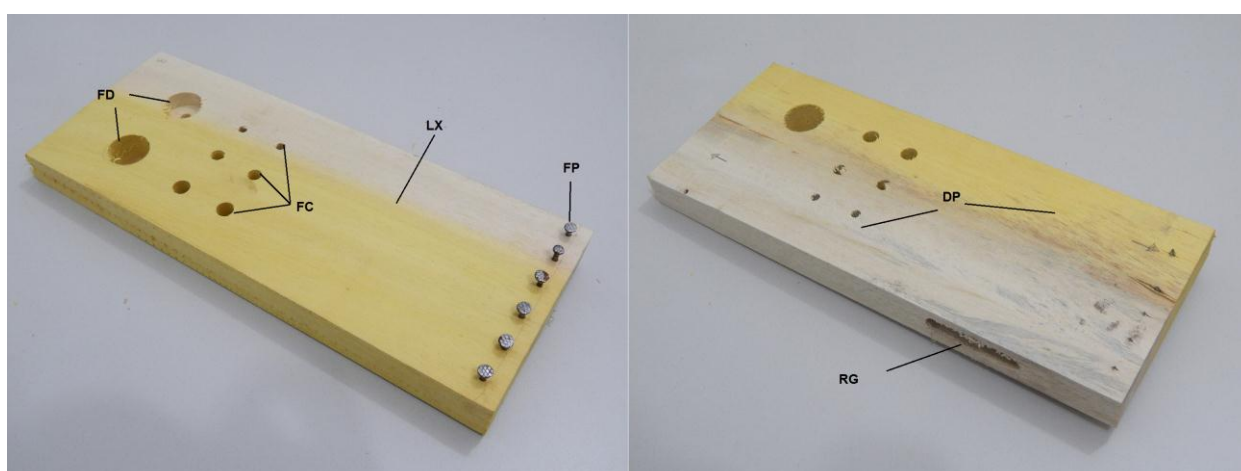
### 6.4 Testes de Usinagem

As 12 amostras foram submetidas a testes de usinagem, para a avaliação dos defeitos e intensidade dos mesmos. Foram dadas notas de 1 a 5 para cada amostra (Tabela 1), as notas variavam conforme o comportamento da madeira em simulações de utilização quanto ao aplainamento, lixamento, furação, rasgo e aplicação de pregos (Figura 4).

**Tabela 1.** Notas aplicadas nas avaliações de peças nos ensaios de usinagem

Nota	Classificação	Defeitos
1	Excelente	Ausência de defeitos
2	Bom	Presença de menos de 50% de defeitos
3	Regular	Presença de 50% de defeitos
4	Ruim	Presença de mais de 50% de defeitos
5	Muito Ruim	Presença de 100% de defeitos

Fonte: ASTM D-1666-87 (1994).



**Figura 4.** Corpo-de-prova dos ensaios de usinagem. DP =desempeno (aplainamento); FD =furação para dobradiça; FC = furação para cavilha; RG = rasgo; FP= fendilhamento por pregos; LX = lixamento.

### 6.4.1 Teste de Plaina

Nos testes de plaina, ou ensaios de aplainamento, foi utilizada a Plaina Baldan DPC-4 e o avanço automatizado PF-32, com velocidade de alimentação de 10 m/s e rotação de 3600 RPM. Nesta operação, os corpos-de-prova foram analisados quanto à presença de defeitos como: arrancamento de grã e arrepiamento nas superfícies das peças, em sentido concordante (AB) e discordante (BA) em relação à grã, ou sentido de crescimento vertical do fuste da árvore, considerando a movimentação do eixo e da faca em relação ao sentido longitudinal da peça ou disposição das fibras.

Para esse ensaio específico, as notas descritas na Tabela 1 foram ainda detalhadas segundo as informações abaixo:

- Nota 1 (excelente) – superfície isenta de quaisquer defeitos;
- Nota 2 (boa) – defeitos de leve em até metade da peça;
- Nota 3 (regular) – defeitos médios, ou leves na maior parte da peça;
- Nota 4 (ruim) – defeitos médios na maior parte da peça, ou presença de defeitos fortes;
- Nota 5 (muito ruim) – defeitos fortes na maior parte da peça.

### 6.4.2 Teste de Lixa

Para os ensaios de lixamento foi utilizada uma lixadeira de cinta, com dimensão da lixa de 7000mm x 150mm e de granulometria (grão) da lixa de 120. A face lixada por meio de pressão foi a mesma utilizada no teste de plaina, e o processo de lixamento se deu durante um período de tempo padronizado em 60 segundos, analisando-se defeitos como riscamento de superfície e grã felpuda.

Neste teste foi avaliado o riscamento de superfície e grã felpuda, onde foram dadas notas conforme o detalhamento a seguir:

- Nota 1 (excelente) – superfície sem defeitos;
- Nota 2 (boa) – superfície com riscamento ou grã felpuda em apenas uma parte pequena da peça;
- Nota 3 (regular) – presença de riscamento ou grã felpuda em metade da superfície da peça;
- Nota 4 (ruim) – presença de riscamento ou grã felpuda na maior parte da peça;
- Nota 5 (muito ruim) – presença de riscamento ou grã felpuda em quase que a totalidade da peça

### 6.4.3 Teste de Furação para Cavilha e Dobradiça

Para o teste de furação, utilizou-se uma furadeira de coluna de 1 hp. Nos ensaios de furação para cavilha (Fc), realizado com furadeira vertical de bancada, foram utilizadas brocas helicoidais de aço de 6, 8 e 12 mm de diâmetro, sendo realizadas duas perfurações por amostra. Os furos foram feitos com uma distância de 25 mm entre eles e das bordas. Já no teste de furação para dobradiça (Fd) a mesma furadeira foi equipada com broca chata de 26 mm. Foram realizados dois furos, sendo um passante e outro não passante.

Nas furações para cavilha foram avaliadas as presenças de: grã felpuda, arrancamento de grã e queima da madeira. Nas furações para dobradiça foram avaliadas as presenças de: grã felpuda, arrancamento de grã, queima da madeira e esmagamento de grã.

Para avaliação da furação para cavilha e dobradiça foram dadas notas de um a cinco, conforme a avaliação detalhada abaixo:

- Nota 1 (excelente) – ausência de defeito em qualquer um dos furos;  
Nota 2 (boa) – defeito leve em apenas um, ou dois dos furos;  
Nota 3 (regular) – presença de defeito leve em metade dos furos, ou presença de defeito médio;  
Nota 4 (ruim) – presença de defeitos severos em um furo, ou presença de defeito médio na maior parte dos furos;  
Nota 5 (muito ruim) – presença de defeito severo em mais de um furo.

#### **6.4.4 Teste de Rasgo**

O teste de rasgo foi feito na lateral da peça. Foi utilizada uma furadeira horizontal RAIMANN com avanço manual da profundidade de furação e movimentação lateral da fresa, equipada com broca helicoidal de 8mm e corte a direita, avaliando-se posteriormente a presença de defeitos como grã levantada, arrancada e felpuda.

Para avaliação foram atribuídas notas de um a cinco, em função do levantamento de fibras presente nas superfícies do rasgo, sendo as notas atribuídas conforme o detalhamento abaixo:

- Nota 1 (excelente) – ausência de levantamentos de fibras em qualquer das quatro bordas e no fundo;  
Nota 2 (boa) – presença de levantamento leve em uma ou duas faces quaisquer; Nota 3 (regular) – presença de levantamento forte em uma e leve em outra;  
Nota 4 (ruim) – presença de levantamento forte em duas a quatro faces quaisquer e fundo isento de levantamento;  
Nota 5 (muito ruim) – presença de levantamento forte nas quatro faces e no fundo;

#### **6.4.5 Teste de Fendilhamento por Pregos**

No teste de fendilhamento por pregos foram utilizados pregos 15x15 (especificação comercial) com 35mm de comprimento e 2,4mm de diâmetro. Os pregos foram transpassados em uma das extremidades de cada amostra de madeira, a 10mm de suas bordas e com um espaçamento de 20 mm entre si, empregando-se um martelo de 425g.

As avaliações foram feitas levando-se em consideração a presença de rachas ou trincas observadas após a inserção dos pregos sendo que os resultados foram classificados como:

- a) Peça que aceita pregos: amostra sem rachas ou trincas, ou dimensões insignificantes destes, não alcançando o topo das amostras;
- b) Peça que não aceita pregos: com trincas ou rachas

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 Características dendrométricas e características gerais da madeira

As árvores abatidas tiveram em média altura de 13 metros. Apenas duas apresentaram alguma tortuosidade, em geral possuíam um porte ereto. Segundo Braz et al. (2010) a espécie possui porte ereto, sendo esta uma característica desejável para laminação. Poucas apresentaram bifurcações, as características individuais foram detalhadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características individuais das árvores selecionadas para o abate

Árvore	Dap (cm)	Ht(m)	Nº de fuste	Tortuosidade
1	32,15	15	1	Reta
2	20,69	13	1	Reta
3	22,28	11	2	Pouco tortuosa
4	23,59	12	1	Reta
5	21,01	13	6	Pouco tortuosa
6	21,71	14	1	Reta
Média	23,57	13	2	-

Em informação obtida através de comunicação pessoal com o operador de motosserra que realizou o trabalho de abate das árvores e traçamento das toras, que é morador das proximidades do local onde as árvores foram amostradas, a estimativa de idade das árvores foi de 15 anos.

A madeira de jaqueira apresentou um cerne de coloração amarelo brilhante como também citado por Gunasena (1993), sendo que, mesmo após a secagem, a coloração se manteve intensa.

O alburno apresentou uma coloração clara, tendendo ao branco, e a partir desta diferença de coloração ficou bastante visível a diferenciação e a formação do cerne em relação ao alburno nas amostras da madeira das árvores estudadas (Figura 4).



**Figura 5.** Cor da madeira de jaqueira após secagem, diferença visível entre cerne e alburno.

## 7.2. Resistografia

Para cada medição foi determinada uma amplitude média a resistência de penetração da broca (Tabela 3). A média geral de amplitude foi de 21,28 %, resultado próximo foi encontrado por Lima et al (2007) para clones de eucalipto de idade de 16 anos, madeira utilizada para diversos fins madeireiros. A direção norte-sul apresentou maiores médias de amplitude.

**Tabela 3.** Amplitude média para cada direção e amplitude média para cada árvore a resistência de penetração da broca

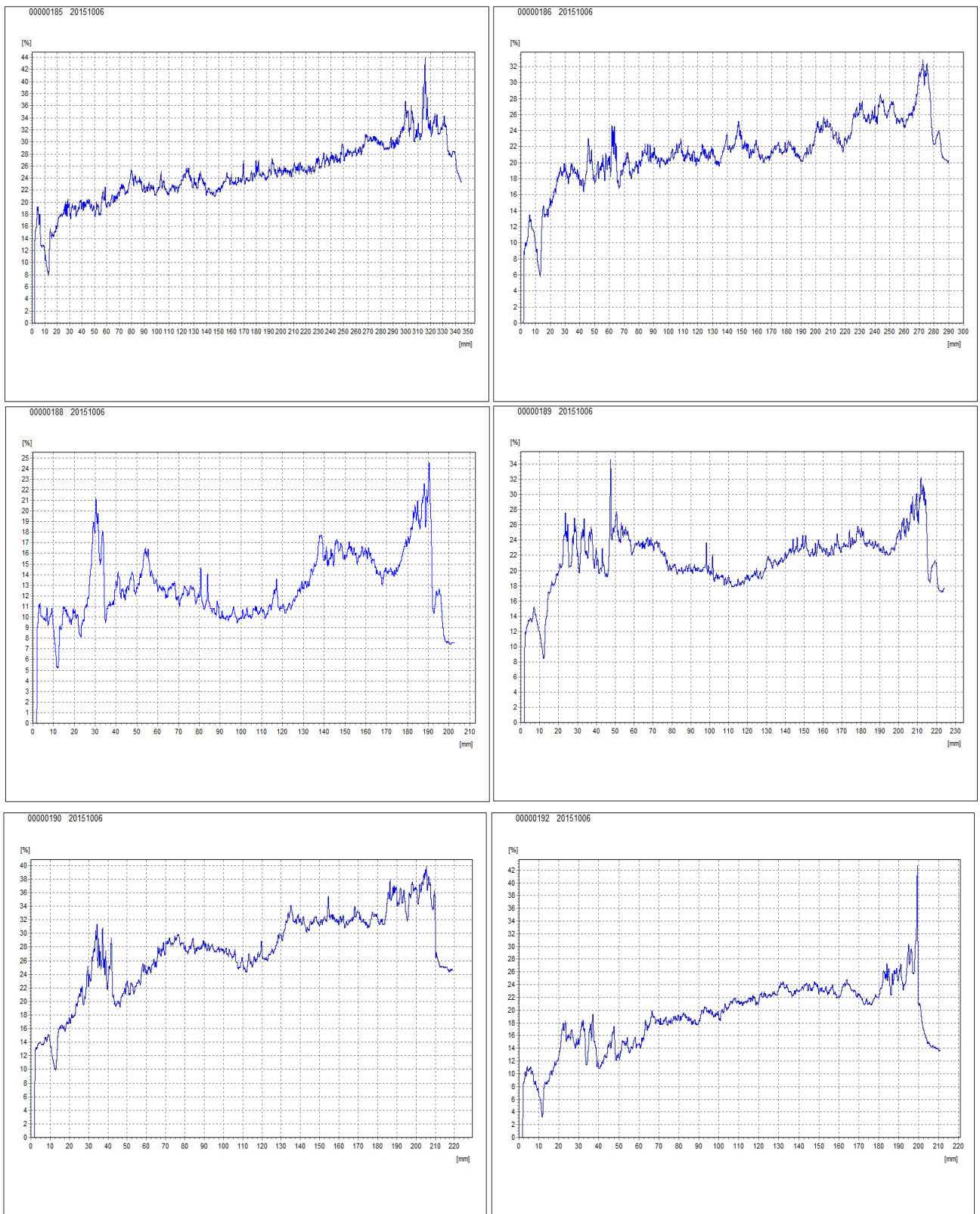
Árvore	Amplitude/Resistência (%)		Amplitude/Resistência média geral (%)
	N-S	L-O	
1 (00000185-00000186)	24,8	22,1	23,45
2 (00000188-00000189)	16	18,6	17,3
3(00000188-00000190)	22,4	22,3	22,35
4 (00000191-00000192)	24,2	22,5	23,35
5 (00000193-00000194)	20,3	21	20,65
6 (00000195-00000196)	22,1	19,1	20,6

Os gráficos gerados pelo resistógrafo através do programa Decom 2.33b Scientific/Rinntech, que apresentam graficamente a resistência da penetração (%) em função da distância percorrida pela broca (mm), mostraram uma tendência de crescimento próximo à distância final percorrida em quase todas as medições.

Estes gráficos sugerem que em alguns casos não foi possível encontrar a região da medula, como também citado por Lima et al. (2007), que também comenta a respeito de árvores com problemas de troncos assimétricos ou medula excêntrica, devido a ocorrência de lenho de tração, mostrando que a execução deste ensaio tarefa requer experiência e atenção, o que pode afetar a leitura do resistógrafo. Outro motivo que explica os resultados encontrados é que a espécie apresenta látex. Quando a broca penetra em maiores distâncias o pó de serragem gerado pelo aparelho mais o látex, dificulta a penetração da broca, aumentando assim a resistência. Lima et al. (2007) cita em seu trabalho que o atrito da haste da broca com o pó de serragem gerado pode ser aumentado, o que demandaria mais esforço do aparelho.

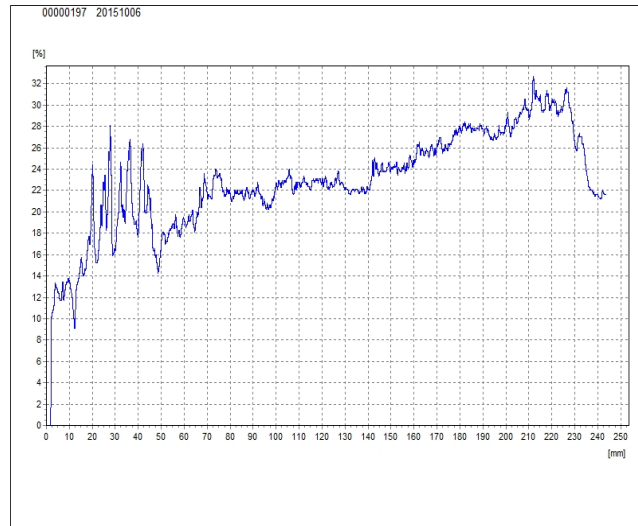
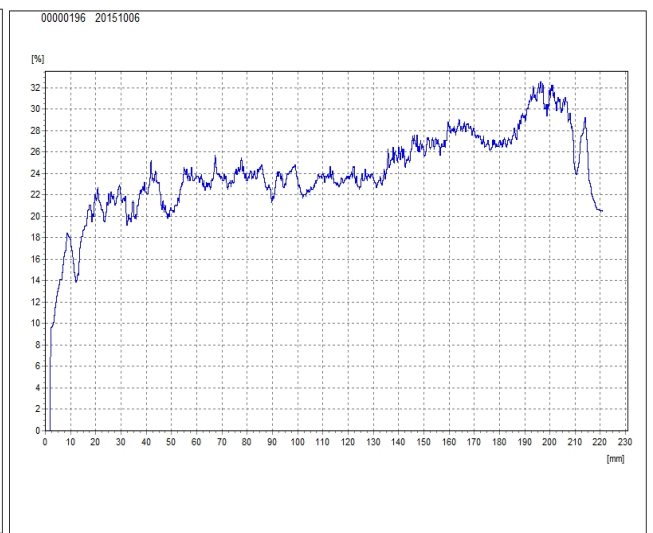
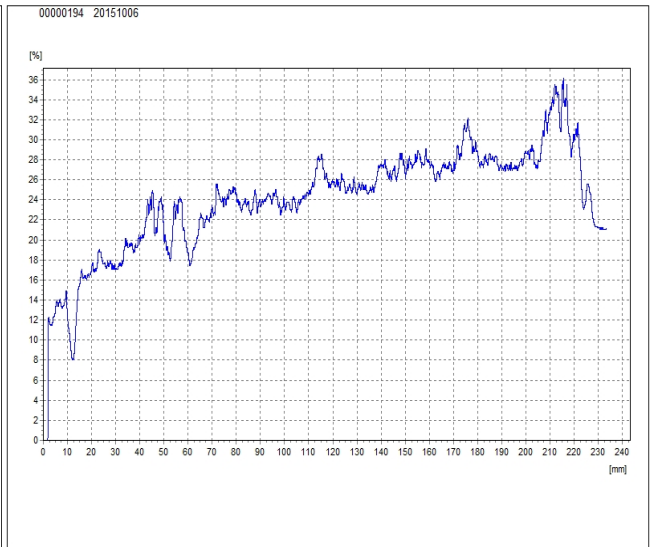
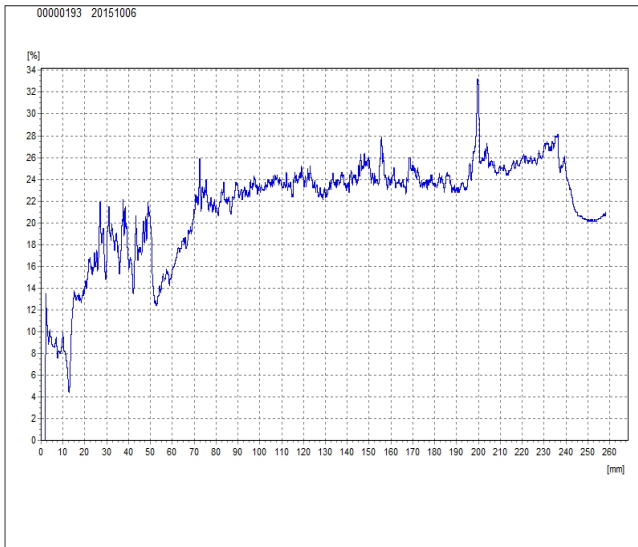
Entretanto, foi possível nos gráficos 00000188 e 00000189, que representam o perfil da árvore 2 nas suas duas direções, observar o posicionamento da medula. Nestes gráficos observou-se que, aproximadamente, na metade da distância percorrida a broca encontrou menor resistência à penetração. Já nas distâncias iniciais e finais, o gráfico apresentou um pico de resistência, o que representa a chegada e a saída da broca do alburno.

Em nenhum dos gráficos foi observado falhas ou ocios internos na madeira, demonstrando que as árvores estavam saudas, sem ataques de organismos xilófagos, apodrecimentos, injúrias internas, rachaduras ou outros tipos de problemas relacionados à sanidade dos troncos.



**Figura 6.** Gráficos gerados pelo resistógrafo, mostrando a resistência à penetração percentual por distância percorrida em milímetros.





**Figura 6 (continuação).** Gráficos gerados pelo resistógrafo, mostrando a resistência à penetração percentual por distância percorrida em milímetros.

### 7.3 Determinação da Densidade Básica

Com os valores de densidade básica para cada amostra (Tabela 4), obteve-se a densidade média de 0,49 g/cm<sup>3</sup>. De acordo com os estudos de Melo et al. (1990); Vale et al. (2002, 2005); Coradin et al. (2010); Silveira et al. (2013), onde se classifica madeiras de baixa densidade aquelas que apresentam valores abaixo de 0,550 g/cm<sup>3</sup>, média densidade aquelas com densidade da madeira entre 0,550 e 0,720 g/cm<sup>3</sup>, e madeiras pesadas ou de alta densidade aquelas com valores superiores a 0,730 g/cm<sup>3</sup>; a madeira de jaqueira avaliada no presente trabalho foi classificada como leve.

De acordo com Valadares (2013) em estudo para utilização desta espécie para carvão a densidade básica encontrada foi de 0,55 g/cm<sup>3</sup>, para árvores de 35 anos de idade, e segundo Hossain & Nath a densidade encontrada para a espécie foi de 0,69 g/cm<sup>3</sup>.

Em geral, a madeira de árvores mais jovens, constituída de alta percentagem de lenho juvenil na seção do tronco, possui propriedades mecânicas inferiores que nas árvores maduras.

Pearson & Gilmore (1980) demonstraram que o Módulo de Ruptura (MOR) em árvores de 15 anos de idade foi em média 76% menor quando comparado a árvores com 41 anos de idade, podendo isso explicar a diferença encontrada, já que as árvores do estudo possuem idade estimada 15 anos o que condiz com os valores de altura e diâmetro apresentados.

**Tabela 4.** Densidade básica para cada amostra da madeira de jaqueira

Amostra	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )
1	0,530
2	0,460
3	0,470
4	0,390
5	0,460
6	0,530
7	0,500
8	0,460
9	0,510
10	0,520
Média	0,490

### 7.4 Testes de Usinagem

Os resultados dos ensaios de aplainamento, lixamento, furação para dobradiça, furação para cavilha e rasgo são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Avaliação dos ensaios de plaina, lixa furação e rasgo

Ensaio	Avaliações										Nota Média
	Nota 1		Nota 2		Nota 3		Nota 4		Nota 5		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Teste de plaina(AB)	1	8,3	5	41,7	6	50,0	0	0,0	0	0,0	2,42
Teste de plaina(BA)	2	16,7	4	33,3	4	33,3	2	16,7	0	0,0	2,50
Teste de lixa	2	16,7	10	83,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,83
Teste de furação(Cav)	0	0,0	2	16,7	10	83,3	0	0,0	0	0,0	2,83
Teste de furação(Dob)	0	0,0	2	16,7	5	41,7	5	41,7	0	0,0	3,25
Teste de Rasgo	0	0,0	1	8,3	4	33,3	3	25,0	4	33,3	3,83

Os resultados para os ensaios de fendilhamento por pregos são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Avaliação do teste de fendilhamento por pregos

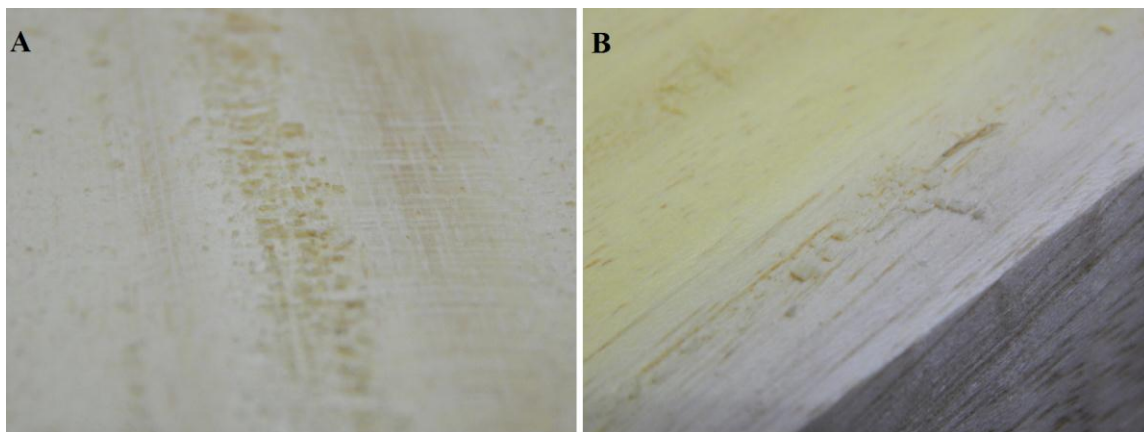
Avaliação	Amostras	
	Nº	%
Aceita	7	58,33
Não aceita	5	41,67

#### 7.4.1 Teste de Plaina

No teste de plaina verificou-se que o desempenho da madeira de jaqueira variou de bom a regular, apresentando nota média de 2,46. Apenas uma peça não foi aprovada.

Na madeira de jaqueira foi possível identificar à direção concordante e discordante a grã, já que na direção discordante os defeitos são mais intensos e tal fato pode ser observado.

Em relação aos defeitos, em geral, o arrepiamento de grã apresentou maior frequência, e em menor frequência ocorreu a arrancamento de grã (Figura 7).



**Figura 7.** Defeitos encontrados no teste de plaina. (A) arrepiamento de grã, (B) arrancamento grã.

#### 7.4.2 Teste de Lixa

Nos testes de lixa realizados as amostras de madeira de jaqueira apresentaram bom desempenho, uma vez que todas as peças foram aprovadas, obtendo notas 1 e 2. A média das avaliações foi de 1,83, podendo a madeira ser classificada como de “bom lixamento”.

Em relação aos defeitos observados neste ensaio, o mais frequente foi grã felpuda (Figura 8).



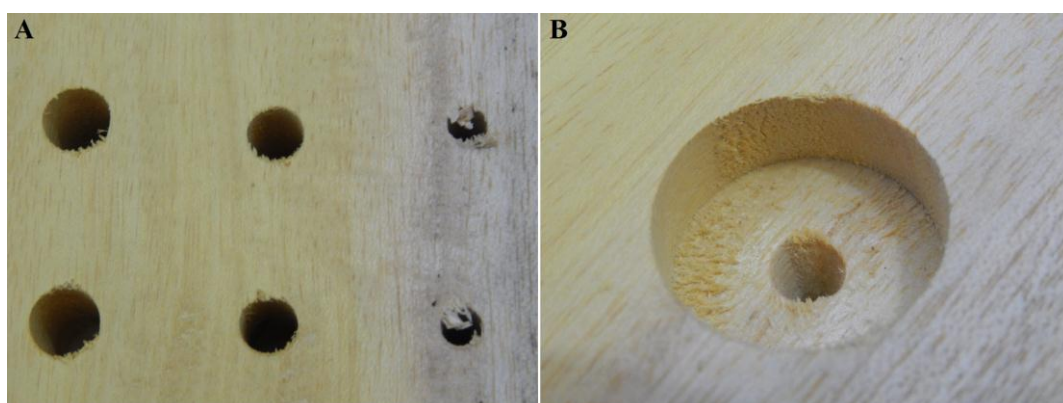
**Figura 8.** Grã felpuda, defeito mais frequente no teste de lixa.

#### 7.4.3 Teste de Furação por Cavilha e Dobradiça

No ensaio de furação de cavilha a madeira de jaqueira obteve notas 2 e 3, sendo assim todas as peças foram aprovadas. A nota média apresentada para este ensaio foi de 2,83, sendo classificado como regular. O defeito mais frequente observado nos furos foi o de grã levantada, defeito este observado em todas as peças (Figura 9).

Já no ensaio de furação de dobradiça 41,7 % das peças foram reprovadas, obtiveram notas classificadas como ruim. E 58,3% foram aprovadas com notas 2 e 3. A média para este teste foi de 3,25. Os defeitos observados foram de grã arrancada e grã felpuda, sendo o segundo apresentado com maior frequência.

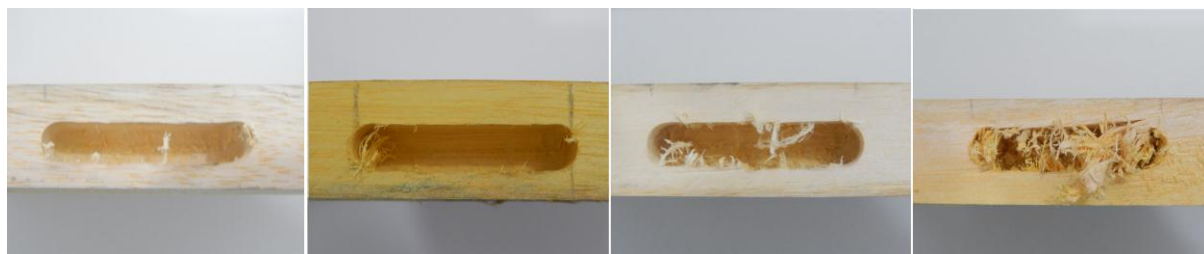
A média geral para o teste de furação foi de 3,04, portanto para esse teste a madeira foi classificada como regular.



**Figura 9.** Defeitos mais frequentes nos testes de furação.(A) Teste de cavilha, levantamento de grã. (B) Teste de dobradiça, grã felpuda.

#### 7.4.4 Teste de Rasgo

Nos testes de rasgo foram obtidas as notas mais baixas entre as avaliações realizadas; 58,3% das peças foram reprovadas. A nota média foi de 3,83, relacionada a uma avaliação “ruim”, o que pode ser explicado pela utilização da broca helicoidal, já que o correto seria a utilização de uma fresa de corte/rasgo lateral, que não estava disponível no laboratório. Os defeitos observados com maior frequência foram de grã arrancada e grã felpuda.



**Figura 10.** Defeitos encontrados no teste de rasgo em ordem de intensidade.

#### 7.4.5 Teste de Fendilhamento por Pregos

No teste de fendilhamento por pregos 58,33% das peças foram aprovadas, o que levou a uma avaliação satisfatória das amostras em relação ao processo de inserção dos pregos.

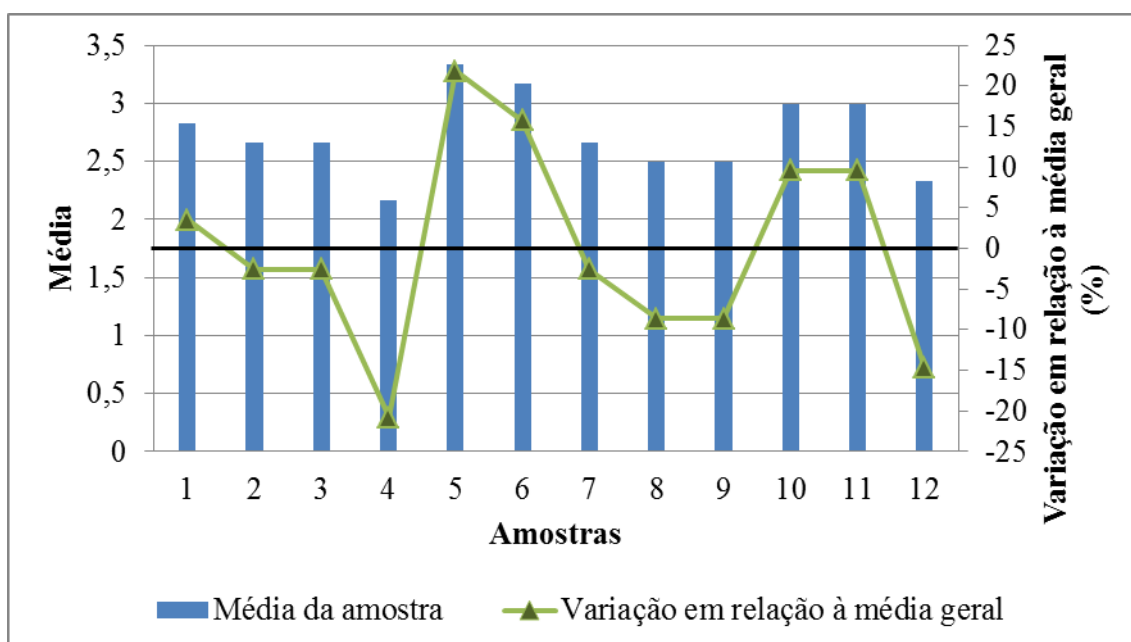
Os defeitos apresentados pelas reprovadas não foram graves, a maior parte destes foram encontrados em peças que continham a região da medula.



**Figura 11.** Defeitos encontrados em maior intensidade na região da medula.

Em trabalho de Júnior et al. (2014) com espécies nativas, realizado no mesmo Laboratório de Processamento Mecânico da madeira da UFRRJ, foram obtidas notas similares para os mesmos testes quando utilizada madeira de cedro (*Cedrela fissilis*), que tem grande importância econômica sendo muito utilizada na indústria madeireira, como descrito por Angelo et al. (2001).

A nota média geral foi 2,73, portanto classificada como regular para os testes realizados. A Figura 12 apresenta de forma gráfica a variação que cada amostra apresentou em relação a esta média geral. Mais de 50% das amostras apresentaram médias iguais ou abaixo da média geral, mostrando que 2,73 está representando o comportamento da madeira de jaqueira para estes testes.



**Figura 12.** Variação da média de cada amostra em relação a média geral das notas.

O gráfico foi construído a partir dos valores médios das notas obtidas para cada amostra. A linha central indica uma variação nula em relação a média; a outra linha representa a variação dos dados de cada amostra em relação ao valor médio (2,73), ou seja, é

uma representação gráfica do coeficiente de variação dos corpos-de-prova de cada amostra. Quando a linha do CV% se encontra abaixo da linha central, a amostra apresenta valores menores, o que indica melhores resultados de qualidade ou função dos testes realizados.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a madeira de jaqueira avaliada apresentou potencial para o uso na indústria madeireira, pois:

- Apresentou boas propriedades físicas e boa trabalhabilidade através do uso de ferramentas ou equipamentos de processar a madeira, pois os resultados para os testes foram satisfatórios no geral.
- As árvores apresentaram porte ereto, característica desejável para a indústria madeireira.
- As amostras avaliadas apresentaram como aspecto bastante positivo a coloração amarelo brilhante do cerne, o que lhe confere um diferencial estético em relação a outras espécies, fato que pode agregar valor aos produtos finais possíveis de serem obtidos com esta matéria-prima.
- As árvores se mostraram sadias.

Em função dos resultados obtidos neste trabalho, observou-se que a utilização da madeira de jaqueira, da área considerada no trabalho, possui como uma alternativa o uso e comercialização de sua madeira após a retirada de indivíduos das áreas de preservação.

Para os segmentos da indústria moveleira ou de peças para a construção civil em que a madeira for utilizada de forma aparente, o lixamento pode melhorar significativamente a qualidade superficial, corrigindo possíveis defeitos originados pela orientação irregular da grã.

O incremento da idade das árvores possivelmente aumente a densidade básica média determinada neste estudo, que classificou a madeira como leve.

Apesar dos resultados satisfatórios, se faz necessário a realização de mais testes que gerem maior conhecimento sobre as características mecânicas, físicas e químicas da madeira desta espécie.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.C.R.; RODRIGUES, P.J.F.P. Estrutura de populações de jaqueiras, subsídios para manejo e conservação da Mata Atlântica. In: **I Simpósio Brasileiro sobre Espécies Exóticas Invasoras**. Brasília, 2005.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1666-87**: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials (reapproved 1994). Philadelphia, 1995. p. 226 - 245.

ANDRADE, L. A. **Plantas Invasoras**: Espécies vegetais exóticas invasoras da caatinga e ecossistemas associado. Areia: UFPB/CCA, 2013. 100 p.

ANGELO, H.; BRASIL, A.A.; SANTOS, J. Madeiras tropicais: análise econômica das principais espécies florestais exportadas. **Acta Amazonica**, v.31, n.2, p. 237-248, 2001.

ARUNG, E.T.; SHIMIZU, K.; KONDO, R. Inhibitory effect of artocarpanone from *Artocarpus heterophyllus* on melanin biosynthesis. **Biological Pharmaceutical Bulletin**. V. 29, n. 9, p. 1966-1969. 2006.

BAKER, H. G. **Characterization and modes of origin of weeds**. In: H. G. Baker e G. L. Stebbins *Genetics of Colonizing Species*. Academic Press New York. 1965. 164 p.

BALBACH A. **As Frutas Na Medicina Doméstica**, 3º Ed., São Paulo: Ed. M.V.P. 1973. 378 p.

BANDEIRA, C. M., **Parque Nacional da Tijuca**. Markom Books, São Paulo, 1993. 164 p.

BARBOSA, H.R.; ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Permeabilidade, estabilidade e funcionalidade de filmes biodegradáveis de amido do caroço de jaca (*Artocarpus heterophyllus*). **Revista Agrotecnologia, Anápolis**, v.2, n.1, p.73–88, 2011.

BONDUELLE, A. Usinagem, qualidade e custo. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 61, p. 82-86, nov. 2001.

BRAZ, R.F.; DUARTE, A.P.C.; MOTTA, J.P.; OLIVEIRA, J.T.S.; MAURI, R. Caracterização anatômica e tecnológica da madeira de jaca *Artocarpus heterophyllus* Lamk. XII Embramem. **Anais**. Lavras/ MG, Julho, 2010

CAMPBELL, R. J.; LEDESMA, N. **The exotic jackfruit: Growing the World's Largest Fruit**. Fairchild Tropical Garden, Coral Gables, Florida, 2003. 67 p.

CHAVES C.M, MARTINS H.F, CARAUTA J.P.P, LANNA-SOBRINHO J.P, VIANNA M.C. SAF (1967) **Arboreto Carioca** vol.3. Centro de Conservação da Natureza, 1967 – Rio de Janeiro – Brasil. 28p.

CRANE, J. H. et al. **The Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) in Florida**. Fact Sheet HS-882. Florida: Horticultural Sciences Department, Florida. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2002. 882 p.

CRONK, C. B. Q. & FULLER L J. **Plantas Invasoras – La Amenaza Para Los Ecosistemas Naturales** Uruguay: Nordan Comunidad . 1996. 205 p.

CUNHA, L. **Embrapa distribui muda de jaqueira. Informativo Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**. 2006. Disponível em <[www.cnpmf.embrapa.br/ultimas\\_noticias/r048-mudas\\_jaqueira.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/ultimas_noticias/r048-mudas_jaqueira.pdf)>. Acesso em: setembro 2015.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. 484 p.

DALMAU, E. **A jaqueira, problema ou solução**. Disponível em: <[http://www.terrabrasil.org.br/ecosistema/ecosist\\_jaqueira.htm](http://www.terrabrasil.org.br/ecosistema/ecosist_jaqueira.htm)>. Acesso: Outubro de 2015.



FABRICANTE, J.R., K.C.T. ARAÚJO, L.A. ANDRADE & J.V.A. FERREIRA. Invasão Biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um Fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: Impactos sobre a Fitodiversidade e os Solos dos Sítios Invadidos. **Acta Botânica Brasílica**, 26: 399-407. 2012.

FABRICANTE, J.R. Sociabilidade de espécies da mata atlântica com a exótica invasora *Artocarpus heterophyllus* Lam. **Rev. Biol. Neotrop.** 10(2): 18-25. 2013

FERNANDO M. R., THABREW M. I., KARUNANAYAKE E. H. Hypoglycaemic activity of some medicinal plants in Sri-Lanka. **General Pharmacology: the vascular system.** V. 21, n. 5, p.779-782, 1990.

FERRÃO, J. E. M. **A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses.** 2 ed., Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1993. 287 p.

GARDENER, M. R. et al. **Plant invasions research in Latin America: fast track to a more focused agenda.** **Plant Ecology and Diversity**, Edinburgh, 2012. v. 5, n. 2, p. 225-232.

GOMES, E. R. da S. **Espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação da Cidade do Rio de Janeiro, RJ – Estudo da população de jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus* L.) no Parque Natural Municipal do Mendanha, RJ.** 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)-Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

GUNASENA, H.P.M. Forest policies of Sri Lanka. In FAO, Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific. **FAO Forestry Paper**, Rome, p. 139-151. 1993.

HOSSAIN, M. K.; NATH, T.K. **Part II—Species Descriptions • *Artocarpus heterophyllus* Lam.** Institute of Forestry and Environmental Sciences Chittagong University, Bangladesh,(s/d). p. 308-310.

INSTITUTO HÓRUS. **Espécies exóticas invasoras: Fichas técnicas.** 2005. Disponível em: < [http://www.institutohorus.org.br/inf\\_fichas.htm](http://www.institutohorus.org.br/inf_fichas.htm)>. Acesso em: Outubro de 2015.

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. **Base de Dados sobre Espécies Exóticas Invasoras em I3N-Brasil.** 2010. Disponível em: <[www.institutohorus.org.br](http://www.institutohorus.org.br)>. Acesso em: Outubro de 2015.

JÚNIOR, A. F. D, CARVALHO, A.M., SANTOS P. V. ,SILVA M. A. Usinagem da Madeira de Cinco Espécies Nativas Brasileiras. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET.** V. 18 n. 3, p.1200-1206. 2014

KHAN M. R., OMOLOSO A.D., KIHARA M. **Antibacterial activity of *Artocarpus heterophyllus* L.** **Fitoterapia Jul;** 74(5) p. 501 – 505, 2003.

KIKUTI, P.; FIER, I.S.N.; CALORI, J.V. Produção de madeiras de reflorestamento de alta qualidade. **Revista da madeira**, v.5, n.30, p.8-13, 1996.

KLOCK, U. et al. **QUÍMICA DA MADEIRA**. 3<sup>a</sup> edição, UFPR, Curitiba, 2005. 81 p.

KUSMARTONO. Effects of supplementing Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L) wastes with urea or Gliricidia/cassava leaves on growth, rumen digestion and feed degradability of sheep fed on rice straw basal diet. **Livestock Research for Rural Development** v.19 n 2. 2007.

LIMA, J. T.; SARTÓRIO, R. C.; TRUGILHO, P. F.; CRUZ, C. R.; VIEIRA, R. S. Uso do resistógrafo para estimar a densidade básica e a resistência à perfuração da madeira de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n. 75, p. 85-93. 2007.

LUCAS, F. C. **Análise da usinagem da madeira visando à melhoria de processos em indústrias de móveis**. 2004. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 1983. Disponível em: <[www.missouri-botanicalgarden.org](http://www.missouri-botanicalgarden.org)>. Acesso em: setembro de 2015.

MORTON, J.F. The jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) its culture, varieties and utilization. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 78:336-344, 1965.

PALERMO, G. P. M. et al. Avaliação da superfície da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden tratada termicamente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 145-152, 2015.

PEREIRA, V. J. ; KAPLAN, M. A. C. Artocarpus: Um gênero exótico de grande bioatividade. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 1 – 15, 2013.

PUNCHES, J. **Tree growth, forest management, and their implications for wood quality**. Oregon State University. 8p. 2004.

SANTOS, A. R.; BERGALLO, H.G.; ROCHA, C. F. D. Paisagem urbana alienígena. **Ciência Hoje** 41:68-70, 2008.

SANTOS, J. B. dos. Jaca. In: MAGALHÃES, A. E BOLDINI, M. da G. **Grande Manual Globo de Agricultura, Pecuária e Receituário Indústria**. Porto Alegre: Globo, v. 3, 1978, p. 231-233.

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI). Cultura de Jaca. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/jaca.htm>>. Acesso em: setembro de 2015.

SETE ERVAS – ARTIGOS PARA HORTA E JARDIM, 2004. Disponível em: <[http://www.seteervas.com.br/download/SeteErvas\\_Jaqueira.pdf](http://www.seteervas.com.br/download/SeteErvas_Jaqueira.pdf)>. Acesso em: Outubro de 2015.

SILVA, J.C; CASTRO, V.R; ENCANGELISTA, W.V. Influência da idade na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, visando uso na indústria moveleira. **Scientia Forestalis**, volume 43, n. 105, março de 2015.

SILVA, J. R. M. **Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* hill ex. maiden.** 2002. 204f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, J. R.; MUNIZ, G. I. B. ; LIMA, J. T.; BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.479-487, mai./jun. 2005.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013.

SINCLAIR, S. A.; HANSEN, B. G. The relationship between purchase decisions and quality assessment of office furniture. **Wood and Fiber Science**, v.25, n.2, p.142-152, 1993.

SIQUEIRA, J. C. Bioinvasão vegetal: Dispersão e propagação de espécies nativas e exóticas no campus da Pontifca Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC – Rio). **Revista de Pesquisa Botânica**, v. 57, p. 319 - 330, 2006.

THOMAS, C. A. Jackfruit, *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae), as source of food and income. **Economic Botany** 34: 154-159, 1980.

VALADARES, L. B; **Propriedades da madeira e do carvão vegetal de *Artocarpus heterophyllus* Lamk.** 2013, 37 f. Dissertação ( Monografia em Engenharia Florestal)- Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; LEÃO, A. L. Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2002.

WARRIER, R. R.; GURUDEV, S. B; ANANDALAKSM R.; SIVAKUMAR,V.; GEETHA, S.; KUMAR, A.M.; HEGDE, M.T. Standardization of storage conditions to prolong viability of seeds of *Artocarpus heterophyllus* Lam. - a tropical fruit tree. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science** 4: 6-9.,2009.

## ANEXO

Estatística descritiva de cada amostra avaliada no estudo:

<b>Estatística Descritiva</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Amostra 3</b>	<b>Amostra 4</b>	<b>Amostra 5</b>	<b>Amostra 6</b>	<b>Amostra 7</b>	<b>Amostra 8</b>	<b>Amostra 9</b>	<b>Amostra 10</b>	<b>Amostra 11</b>	<b>Amostra 12</b>
Média	2,83	2,67	2,67	2,17	3,33	3,17	2,67	2,50	2,50	3,00	3,00	2,33
Erro padrão	0,31	0,21	0,42	0,31	0,42	0,48	0,21	0,43	0,22	0,52	0,37	0,33
Mediana	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50	3,00	2,50
Modo	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00
Desvio padrão	0,75	0,52	1,03	0,75	1,03	1,17	0,52	1,05	0,55	1,26	0,89	0,82
Variância da amostra	0,57	0,27	1,07	0,57	1,07	1,37	0,27	1,10	0,30	1,60	0,80	0,67
Curtose	-0,10	-1,88	0,59	-0,10	0,59	-0,45	-1,88	-0,25	-3,33	-0,78	-1,88	-0,30
Assimetria	0,31	-0,97	-0,67	-0,31	0,67	0,67	-0,97	0	0	0,89	0	-0,86
Intervalo	2	1	3	2	3	3	1	3	1	3	2	2
Mínimo	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1
Máximo	4	3	4	3	5	5	3	4	3	5	4	3
Soma	17	16	16	13	20	19	16	15	15	18	18	14

\* \* \*

