

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* e  
*Pinus caribaea var. hondurensis* CULTIVADOS NO SUDOESTE DA BAHIA**

**ELIENILDO MARTINS ALVES**

**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
BAHIA – BRASIL  
NOVEMBRO – 2022**

**ELIENILDO MARTINS ALVES**

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* e  
*Pinus caribaea var. hondurensis* CULTIVADOS NO SUDOESTE DA BAHIA.**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientador: Prof.º D. Sc. Dalton Longue Júnior (UESB)**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

BAHIA – BRASIL

NOVEMBRO – 2022

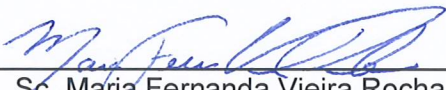
ELIENILDO MARTINS ALVES

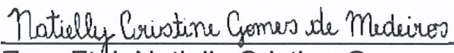
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea var. hondurensis* CULTIVADOS NO SUDOESTE DA BAHIA

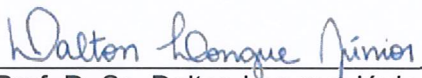
Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em 10 de novembro de 2022.

Comissão Examinadora:

  
D. Sc. Maria Fernanda Vieira Rocha – BRACELL

  
Eng. Ftal. Natielly Cristine Gomes de Medeiros – UESB

  
Prof. D. Sc. Dalton Longue Júnior – UESB  
Orientador

A Deus  
Aos meus pais  
E a todos os colegas e amigos  
que essa jornada me proporcionou

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus em primeiro lugar, pois sem ele sei que as minhas forças jamais seriam suficientes para suportar todo o caminho que trilhei, afinal, a vontade de desistir sempre esteve presente nos momentos de maior dificuldade, e foi nEle que encontrei a força, coragem e sabedoria necessária para continuar.

A minha mãe (Aparecida) e o meu pai (Jose) que me apoiaram desde o princípio, onde tudo parecia um sonho distante, e as condições de que a realidade que hoje vivo não existiam, mas ainda assim uniram as forças para ver um filho partir, e um sonho receber a chance de se tornar realidade.

A Raqueline por me acolher desde o início, e se tornar a minha família em um ambiente desconhecido e desafiador.

A Cleberton (Tom) por se tornar um irmão e amigo, e me guiar quando desconhecia a realidade de ingressar em uma universidade.

A meus amigos, Fabiano, Thais, Sâmala, Diacuí, Zé, Leonardo, Ângela e Tiago, por tornarem os dias turbulentos um pouco mais leves, e os dias alegres ainda mais repletos de felicidade.

Aos amigos da ADEVIC, que me receberam de braços abertos e até o presente momento continuam sendo uma família fundada na fé em Deus.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pela oportunidade de realização do curso de Engenharia Florestal.

Ao Programa de Assistência Estudantil (PRAE), que sem dúvida alguma foi uma das bases mais importantes para a minha permanência na universidade.

A meu orientador Dalton, pelos ensinamentos, confiança, compreensão, muita paciência e por acreditar em meu potencial.

Ao professor Odair, pelo apoio e consideração durante o estágio, que foi realizado em um momento de extrema complexidade.

À professora Daise, que me ensinou a enxergar o ambiente acadêmico por um ângulo muito diferente do que se é divulgado, dentro e fora da universidade.

Ao professor Alessandro, que desde o primeiro momento na sala de aula se preocupou em formar alunos com pensamento crítico, com capacidade de questionar a tudo o que escutam, mas de escutar a todos.

Por fim, meu agradecimento a todos que fizeram parte dessa longa caminhada, sei que sozinho não chegaria a lugar nenhum, por isso sou grato a todos que me estenderam a mão, pois essa conquista é um mérito de todos nós, obrigado.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problema de pesquisa.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.2. Justificativa.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.3. Objetivo geral .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>2</b>
2.1. Setor Florestal brasileiro .....	2
2.2. Importância e usos da madeira de Pinus .....	3
2.3. Propriedades físicas da madeira .....	4
2.3.1. Umidade da madeira .....	5
2.3.2. Retratibilidade da madeira.....	7
2.3.3. Densidade da madeira.....	8
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. Área de estudo e amostragem da madeira .....	14
3.2. Determinação da massa e das dimensões saturadas e secas da madeira..	15
3.3. Umidade máxima da madeira .....	16
3.4. Densidade básica da madeira.....	16
3.5. Retratibilidade da madeira .....	16
3.6. Inchamento e contração volumétricos máximo da madeira .....	17
3.7. Coeficiente de anisotropia da madeira .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>30</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>36</b>

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea var. hondurensis* CULTIVADOS NO SUDOESTE DA BAHIA

### RESUMO

O conhecimento sobre as propriedades da madeira é o primeiro passo para os estudos sobre a qualidade da madeira e a indicação do melhor uso. O objetivo do presente estudo foi determinar as propriedades físicas da madeira de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea var. hondurensis*, cultivadas na cidade de Vitória da Conquista, região Sudoeste da Bahia. Foram utilizadas seis árvores, sendo três indivíduos de cada espécie. A amostragem e as metodologias para a avaliação da umidade, da densidade básica e da taxa de contração e inchamento foram baseadas na norma NBR 7190/97 e NBR 11941/03. A umidade de equilíbrio higroscópico da madeira *Pinus oocarpa* (14,7%) se mostrou levemente menor a encontrada para madeira de *Pinus caribaea var. hondurensis* (14,8%). A densidade básica e inchamento/contração volumétricos encontrada na madeira do *Pinus caribaea var. hondurensis* foi superior (349 kg/m<sup>3</sup> / 10,8% / 9,8%) ao encontrado para a madeira de *Pinus oocarpa* (382 kg/m<sup>3</sup> / 12,7% / 11,1%). O coeficiente de anisotropia médio das espécies foi de 1,48 para o *Pinus caribaea var. hondurensis* e 1,43 para o *Pinus oocarpa*. Pelas propriedades avaliadas a madeira de *Pinus caribaea var. hondurensis* se mostrou mais interessante para o cultivo por apresentar maior densidade básica, similar coeficiente de anisotropia e umidade de equilíbrio higroscópico adequado para a região (16%). Porém esses cultivos precisam ser mais estudados em termos de silvicultura e manejo pois as densidades básicas foram inferiores e retratibilidade volumétrica superiores às encontradas na literatura, aspectos negativos a serem considerados.

### ABSTRACT

Knowledge about wood properties is the first step towards studies about wood quality and the indication of the end use. The aim of the present study was to determine the physical properties of the wood of *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea var. hondurensis*, cultivated in the Vitória da Conquista city, Southwest region of Bahia. Six trees were used, being three individuals of each the species. Sampling and methodologies for the evaluation of moisture content, basic density and rate of shrinkage and swelling were

based on standard methods described at NBR 7190/97 and NBR 11941/03. The hygroscopic equilibrium moisture of *Pinus oocarpa* wood (14.7%) was slightly lower than that found for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (14.8%). The basic density and volumetric swelling/shrinkage found in the *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood was higher (349 kg/m<sup>3</sup> / 10.8% / 9.8%) than that found for *Pinus oocarpa* wood (382 kg/m<sup>3</sup> / 12.5% / 11.1%). The mean anisotropy coefficient of the species was 1.48 for *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and 1.43 for *Pinus oocarpa*. Based on the wood properties evaluated, the *Pinus caribaea* var. *hondurensis* wood proved to be more interesting for cultivation due to its higher basic density, similar anisotropy coefficient and adequate hygroscopic equilibrium moisture for the region (16%). However, these crops need to be further studied in terms of silvicultural and management because the basic densities were lower and the volumetric retractability was higher than those found in the literature, negative aspects to be considered.



## 1. INTRODUÇÃO

A contínua e necessária expansão do setor florestal no Brasil para atender à diversos setores produtivos com madeira de reflorestamento demanda por estudos de espécies que possuam potencial para a diversificação dos plantios de eucalipto. A madeira proveniente das espécies *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, cultivados no sudoeste da Bahia apresentam características que incentivam o seu uso como insumo no mercado madeireiro local, uma oportunidade regional de produção madeireira.

A região sudoeste da Bahia segue essa tendência e possui uma predominância de cultivos florestais com espécies do gênero *Eucalyptus*, em que o cultivo de espécies do gênero *Pinus* destinados a produção madeireira é rara ou até mesmo inexistente.

Com base nesse cenário, o cultivo de espécies de *Pinus* no sudoeste da Bahia é um instrumento de grandes oportunidades para a região, uma vez que a existência de uma área de produção próximo aos locais que utilizam a madeira significa uma redução no custo de aquisição da matéria prima, além de uma redução no tempo de transporte.

Dito isso, para que uma espécie seja usada como insumo, independente de qual será o seu destino final, é de grande importância que suas características tecnológicas sejam conhecidas, para que então se possa indicar qual o melhor uso e aplicação da madeira dentre os diversos setores do mercado florestal.

Por isso, o objetivo deste trabalho é conhecer o comportamento das propriedades físicas da madeira de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* plantadas no sudoeste da Bahia.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Setor Florestal brasileiro

Segundo FAO (2020) a área florestal presente em todo o planeta representa um total de 31% de toda o seu território. O Brasil se destaca ocupando a segunda posição, entre os cinco maiores países, com maior percentual de florestas do mundo, estando abaixo apenas da Rússia. Da totalidade de florestas presentes no Brasil, 9,55 milhões de hectares são ocupados por florestas plantadas, que em sua maioria são representadas pelo cultivo de eucalipto (78%), com 7,47 milhões de hectares, e 18% de *Pinus*, com 1,70 milhão de hectares (IBÁ, 2021).

A importância das florestas plantadas para o Brasil se evidencia de diversas formas: são um importante indicador de desenvolvimento econômico, social e ambiental; promovem mudanças econômicas locais; geram renda para a população por meio de novos empregos; e contribuem com a adaptação e mitigação das mudanças climáticas (IBÁ, 2021).

Além da importância nacional, o papel das florestas plantadas também exerce uma importante influência para com os países vizinhos do Brasil. Segundo (FAO, 2020), entre os países da América do Sul, o Brasil se posiciona como o maior influenciador no crescimento de área de floresta plantadas e é o único a registrar um aumento em sua taxa de crescimento na última década.

Os plantios de *Pinus* no Brasil estão concentrados principalmente na região sul, que representam 85% do total, sendo o Paraná o principal estado produtor. Somente uma pequena parcela está distribuída nos demais estados ao longo do país (IBÁ, 2021).

De acordo com ABAF (2021), no estado da Bahia as florestas plantadas ocupam uma área de 618 mil hectares. Desse total, 95% (586 mil ha) é representado pelos plantios de eucalipto, 5% (32,3 mil ha) é representado por plantios de seringueira, e os poucos plantios de pinus foram substituídos e já não aparecem nos anuários do setor na Bahia. Entretanto, na região Sudoeste da Bahia, as espécies *Pinus caribaea var hondorensis* e *Pinus oocarpa* tem sido fonte de diversos estudos em plantios em áreas de pesquisa. Dentre eles, podemos citar a determinação do estoque de carbono e biomassa (Lima et al., 2016), quantificação de biomassa e

remoção de nutrientes (Gomes et al., 2019), produção e decomposição de serapilheira (Carvalho et al., 2019) e estudos relacionados a estimativas volumétricas de ambas as espécies (Aragão et al., 2016; Melo et al., 2013).

## 2.2. Importância e usos da madeira de *Pinus*

O uso da madeira de *Pinus* no desenvolvimento da indústria de base florestal brasileira teve sua origem durante as décadas de 1970 e 1980, com o programa de incentivo fiscal, que estabeleceu as primeiras florestas desse gênero no Brasil. Desde então, a espécie se tornou uma fonte de matéria-prima relevante e de grande importância para a economia brasileira, devido a sua contribuição para as bases de um desenvolvimento sustentável (Shimizu, 2008; Vasquez et al., 2007).

Por meio do programa de incentivo fiscal os primeiros plantios de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* foram introduzidos no Brasil (Moura; Dvorak; Hodge, 1998; Shimizu, 2008). Ambas as espécies são conhecidas como pinus tropicais, e possuem grande potencial para a produção de madeira e extração de resina em regiões livres de geadas severas, mesmo quando sujeitas a alguma deficiência hídrica (Shimizu, 2008).

A espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, também conhecido como “pinheiro caribenho” possui uma divisão taxonômica que engloba três variedades, que ocorrem em regiões geográficas distintas, sendo elas *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *caribaea* e *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (Jardón-Barbolla et al., 2011).

Entre as três variedades, a *hondurensis* é a mais plantada na região tropical brasileira e também a variedade mais plantada mundialmente, devido a sua ampla variedade genética e adaptabilidade a diferentes condições ecológicas (Carlos et al., 2009; Aguiar et al, 2014).

As variedades *bahamensis* e *caribaea* são menos difundidas quando comparadas com a *hondurensis*. A variedade *bahamensis* tem sido implantada em alguns países devido ao seu bom crescimento mesmo em solos ácidos, e sua resistência a geadas em regiões subtropicais (SHIMIZU, 2008). A variedade *caribaea* é a mais restrita entre as três, estando presente apenas ao oeste de Cuba na ilha da juventude e na província de Pinar del Río (García-Quintana; Álvares-Brito; Guízar-Nolasco, 2007).

A espécie *Pinus oocarpa* por sua vez, é uma espécie de grande destaque no Brasil, devido ao seu favorável desempenho em áreas de cerrado, essas além de serem o segundo maior bioma do país, são propícias para o plantio de *Pinus*, e à madeira de boa qualidade, ideal para suprir as necessidades do setor madeireiro (Shimizu, 2008).

Segundo a ABIMCI (2019) e Murara Junior; Rocha e Trugilho (2013), a madeira de pinus é a principal matéria-prima utilizada na produção de madeira serrada/pallet, lâminas, compensados, molduras, portas, móveis e entre outros materiais. A preferência pela espécie se dá pela boa adaptação apresentada às condições edafoclimáticas das regiões em que se encontra, principalmente nos estados do sul do Brasil (IBA, 2022), e pela melhor aceitação pela indústria madeireira no beneficiamento de produtos.

A preferência pela utilização de toras de pinus na produção de madeira serrada causou um grande aumento na demanda dessa matéria prima, e uma conseqüente elevação dos preços (Murara Junior; Rocha; Trugilho, 2013). As serrarias, então, aumentaram sua escala de produção e investiram na modernização de seus equipamentos. Entretanto, a produtividade permanece baixa, quando comparada com países mais industrializados (Shimizu, 2008).

Em conjunto com a madeira serrada, outros dois usos em que a madeira de pinus apresenta um grande potencial são a laminação e a produção de compensados. Aproximadamente 70% dos painéis compensados são produzidos com madeira de pinus (Almeida et al., 2014; Iwakiri et al., 2012a; Kohler et al., 2015). Os compensados são formados por lâminas de madeira, ou sarrafos de madeira maciça, sendo o principal representante do grupo de painéis de madeira processada mecanicamente (Biazus; Hora; Leite, 2010).

### 2.3. Propriedades físicas da madeira

Para o uso adequado da madeira, é necessário conhecer as suas propriedades físico-mecânicas e seu desempenho em diferentes situações. O conhecimento das propriedades físicas da madeira é de grande importância, já que estão ligadas à sua qualidade para fins tecnológicos e industriais, possibilitando uma melhor orientação ao uso mais adequado para cada espécie (Figueiroa, 2012; Neto, 2005).

As propriedades físicas da madeira englobam características inerentes da espécie tais como: cor, cheiro, textura, grã e arranjo anatômico, umidade, densidade, estabilidade dimensional, propriedades térmicas, acústicas e elétricas (Mello, 2007).

As propriedades físicas ideais variam de acordo o seu uso específico. Em sua utilização industrial, por exemplo, é desejável que a madeira seja uniforme em cor, densidade básica, resistência mecânica e trabalhabilidade.(Batista; Klitzke; Santos, 2010). Entretanto, algumas dessas propriedades são mais empregadas na caracterização da madeira, entre elas estão a densidade básica, a umidade e as alterações dimensionais promovidas pela perda ou ganho de água, notadamente a retratibilidade (Araujo, 2002; Balloni, 2009).

### 2.3.1. Umidade da madeira

A umidade da madeira é definida como a massa da água presente na madeira, e é expressa como uma fração percentual da massa da madeira seca em estufa (base seca). A massa, a retratibilidade, a resistência e outras propriedades são fortemente influenciadas pela umidade da madeira (Simpson; Tenwolde, 1999).

Segundo (Glass; Zelinka, 2021), a madeira é higroscópica pois absorve a água do ambiente que a circunda. Essa troca de umidade entre a madeira e o ar depende de algumas variáveis como a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e a quantidade inicial de água na madeira. Essas relações inerentes à umidade são responsáveis pela influência nas propriedades e no desempenho da madeira.

A correlações da umidade com as demais propriedades da madeira tornou a sua determinação e o conhecimento de sua variação ao longo do tronco das árvores e de peças de madeira, um fator de extrema importância. Essa importância surgiu devido os vários desafios em usar a madeira como matéria prima na construção, oriundas de mudanças na umidade ou aumento da umidade da madeira (Glass; Zelinka, 2021; Oliveira; Hellmeister; Tomazello Filho, 2005a; Skaar, 1990).

De maneira que se possa compreender o comportamento da água dentro da madeira, Nassur (2010) e (Glass; Zelinka, 2021), separam as formas de distribuição da água dentro da madeira em duas modalidades. A água que ocupa os espaços vazios, entre as paredes celulares, lumens, vasos e canais resiníferos e é denominada “água livre” ou “água capilar”, a água presente no interior da parede celular devido à atração intermolecular é chamada de “água de adesão” e a água impregnada nas

paredes celulares é chamada de “água de impregnação” (Moreschi, 2012). A maior parte dessa água deve ser removida para que a madeira possa ser utilizada como matéria prima na construção e para móveis. Esse processo de remoção requer um gasto de energia e/ou tempo, em ambos os casos, gerando um alto custo para o processo (Skaar, 1990).

Em razão de que em muitas de suas aplicações a madeira é exposta a diferentes condições climáticas, a relação das suas propriedades com a umidade se faz necessário, como por exemplo, a variação da sua resistência mecânica em função da umidade (Ozyhar; Hering; Niemz, 2012). Diante disso, diversos trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de conhecer as relações de interação entre a umidade e o uso final da madeira.

Apesar dos estudos objetivando se conhecer a umidade da madeira, em sua maioria, estão vinculados a espécies comerciais como o eucalipto (Lopes et al., 2017; Oliveira; Hellmeister; Tomazello Filho, 2005b; Stolf et al., 2014; Zen et al., 2019) e pinus (Borges; Quirino, 2004; Pinheiro, 2014; Poubel et al., 2013; Rezende; Saglietti; Guerrini, 1995). Alguns estudos são realizados no Brasil com espécies nativas, como a *Ocotea pulchella* (Nees) Mez (conhecida como canela-do-brejo), *Schizolobium amazonicum* Herb (paricá), *Tectona grandis* (teca), entre outras (Almeida et al., 2013; Lopes et al., 2014; Mangini et al., 2020).

Os estudos de umidade da madeira realizados com essas espécies têm seus objetivos distribuídos entre as diferentes áreas do mercado madeireiro, normalmente relacionando com tratamentos térmicos, como a termorreificação (Borges; Quirino, 2004; Lopes et al., 2014; Poubel et al., 2013; Vivian et al., 2011) e tratamentos preservativos da madeira (Lopes et al., 2017), assim como para com as propriedades da madeira em geral (Stolf et al., 2014; Zen, 2018; Zen et al., 2019) e suas aplicações em painéis (Haselein et al., 2005; Silva et al., 2005).

Devido à enorme importância dessa propriedade, diversas formas de determinação são apresentadas pela literatura, e o método mais utilizado é definido pela ABNT NBR 14929. Mas outros métodos visando a praticidade e economia de tempo já estão em desenvolvimento, como por exemplo a utilização de medidores elétricos e de micro-ondas (Calonego et al., 2006; Donato et al., 2014).

### 2.3.2. Retratibilidade da madeira

Segundo Rezende (2003), quando uma peça de madeira passa pelo processo de secagem ou umedecimento, além da perda/ganho de massa (água), suas dimensões também são alteradas, processo denominado retratibilidade. Essa alteração pode acontecer em apenas uma direção, sendo denominada retratibilidade linear ou em todas as dimensões, denominada retratibilidade volumétrica. O processo de perda de água (secagem) é denominado contração (linear ou volumétrica) e, de forma oposta, a elevação da umidade na madeira é conhecida como expansão volumétrica (inchamento linear ou volumétrico).

Devido ao impacto direto desses processos no uso da madeira, Sargent (2019), relata a importância de se determinar a estabilidade dimensional da madeira, uma vez que essa informação irá facilitar o entendimento de como o produto final irá se comportar ao decorrer do seu uso.

Essas variações dimensionais são mais estáveis enquanto a umidade está acima do ponto de saturação das fibras (PSF), que para a maioria das espécies está em torno de 28%. Quando a umidade da madeira se encontra abaixo do PSF, se iniciam as alterações dimensionais mais significativas (Glass; Zelinka, 2021; Rezende, 2003)

Em razão da natureza anisotrópica da madeira, a avaliação das variações lineares das suas dimensões, principalmente nas direções longitudinais radial e tangencial, é mais importante do que o conhecimento relacionado a sua retratibilidade volumétrica total. As variações longitudinais, no entanto, não são preocupantes, uma vez que seus valores são muito pequenos (cerca de 1% ou menos) para madeiras com características usuais (Glass; Zelinka, 2021; Oliveira; Filho; Fiedler, 2010).

Apesar das características de contração da madeira se apresentarem de formas distintas para cada espécie florestal, as suas variações são as principais causas dos defeitos de secagem, como o empenamento e fendilhamento (Oliveira; Filho; Fiedler, 2010). Esses defeitos são resultantes da combinação da retratibilidade tangencial e radial (Glass; Zelinka, 2021).

Devido aos problemas relacionados a retratibilidade da madeira, o estudo das suas variações dimensionais é essencial para que a mesma possa ser utilizada industrialmente, assim como o conhecimento das relações existentes entre

densidade, umidade e retratibilidade da madeira são de fundamental importância para um aproveitamento mais eficiente dessa matéria-prima (Rezende, 2003).

Por possuir uma natureza anisotrópica, a madeira apresenta alterações dimensionais distintas ao longo de cada uma de suas direções estruturais. Geralmente, a contração na direção longitudinal tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção longitudinal radial. A razão entre a contração longitudinal tangencial e radial (relação T/R) é comumente chamada de fator de anisotropia (Glass; Zelinka, 2021; Rezende, 2003).

O fator de anisotropia, segundo Oliveira; Silva (2003), geralmente varia de 1,5 a 2,5 e tornou-se um índice muito importante nos estudos de contração da madeira. Quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e empenamento. Para usos que envolverem estabilidade dimensional da madeira, a mais recomendada é aquela que apresentar a menor relação T/R.

### 2.3.3. Densidade da madeira

O conceito físico de densidade é a quantidade de massa contida em uma unidade de volume, ou a relação entre a massa e o volume de um material, sendo conhecido também como massa específica Mello (2007); Costa (2006). Para a madeira, a determinação de sua densidade, assim como sua variação dentro da árvore, é um fator fundamental e um índice universal da sua qualidade (Costa, 2006; Foelkel; Mora; Menochelli, 1990; Oliveira; Hellmeister; Tomazello Filho, 2005).

Dentre as múltiplas propriedades da madeira, a densidade é talvez o critério mais antigo e mais utilizado na avaliação de sua qualidade (LARSON et al., 2001). Segundo Palermo et al. (2004) a ampla utilização da densidade é justificada devido a sua correlação direta com as múltiplas propriedades da madeira e por ser facilmente determinada. A correlação entre essas propriedades ocorre em razão de que a massa e o volume da madeira são dependentes do teor de umidade, que por sua vez, possui interação com as demais propriedades físicas da madeira (Glass; Zelinka, 2021).

A avaliação da densidade na madeira é um fator de grande importância na caracterização física e mecânica de diversas espécies (Foelkel; Brasil; Barrichelo, 1971) quando relacionada a qualidade da madeira. Os valores médios da densidade são considerados como fator prioritário em sua determinação e esses valores também incluem a variação presente ao longo das direções axial e radial (Costa, 2006).



Segundo Couto (2011) as variações ocorrem em vários níveis, sendo possível enxergar diferenças entre espécies, indivíduos de uma mesma espécie, e dentre as posições do fuste de um mesmo indivíduo. Segundo Foelkel; Mora; Menochelli (1990) essa variabilidade presente entre as espécies, dentro de uma mesma espécie e, por fim, em uma mesma árvore, é um dos principais fatores complicadores na avaliação da madeira.

Apesar de a densidade básica ser o principal parâmetro indicativo de qualidade, Dias et al. (2017) defende que a densidade por si só não assegura a qualidade de uma árvore destinada à produção de lâminas. Por isso é necessário o conhecimento de outras características, tais como a forma do fuste e outras propriedades físicas como a retratibilidade.

A necessidade de se avaliar outras propriedades da madeira além da densidade pode ser observada em trabalhos como (Carvalho; Silva; Latorraca, 2010; Oliveira; Hellmeister; Tomazello Filho, 2005; Oliveira; Silva, 2003; Poubel et al., 2011; Rodrigues et al., 2008), entre outros, onde a umidade e a retratibilidade são avaliadas paralelamente a densidade.

Em relação a madeira de pinus, as afirmações do parágrafo anterior também se fazem válidas, apesar de alguns trabalhos possuírem como objetivo apenas a determinação da densidade, muitos se baseiam na interação entre as demais propriedades físicas. Uma relação de trabalhos e dos valores referentes a densidade, umidade e retratibilidade para a madeira de Pinus podem ser observados no Anexo 1.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo e amostragem da madeira

Foram avaliadas seis árvores (sendo três da espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e três da espécie *Pinus oocarpa*) colhidas em um plantio florestal experimental, com 13 anos de idade e espaçamento de 3 m x 3 m, localizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, em Vitória da Conquista, Bahia, cujas coordenadas geográficas são 14°53'S e 40°48'W.

A região do plantio experimental apresenta clima tropical de altitude (Cwb), segundo classificação de Köppen, precipitação média anual de 733,9mm, altitude de 928 m e temperaturas médias de 35,3 °C (máxima) e de 16,1°C (mínima). O Solo pertence a classe Latossolo Amarelo Distrófico (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, 2010).

Quatro discos de 5 - 7 cm de espessura foram retirados de três diferentes alturas das árvores: base (0%), Meio (50%) e topo (100%), tendo como referência o fuste comercial de aproximadamente 9 m (diâmetro mínimo 8 cm). Foram confeccionados, em uma serra de mesa, corpos-de-prova em forma de paralelepípedo com dimensões aproximadas de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm (Figura 1).

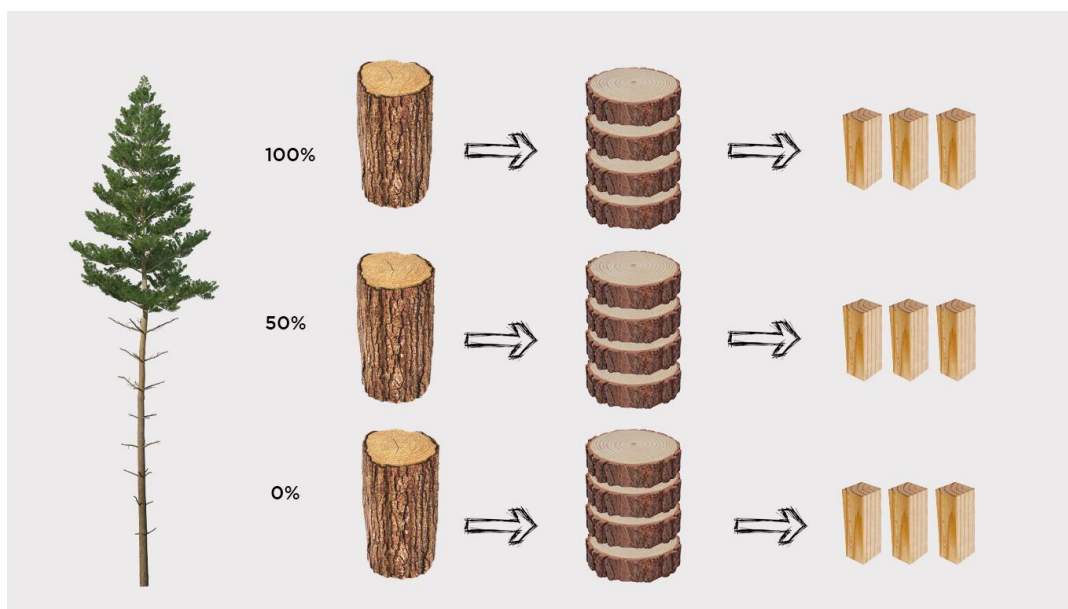


Figura 1 – representação do sistema de amostragem utilizado para fracionamento do fuste no presente estudo.

Os corpos de prova foram visualmente identificados nos planos anatômicos da madeira (transversal – T, longitudinal tangencial – Tg e longitudinal radial – R) em cada amostra, sendo demarcadas com tinta resistente à água na própria madeira.

Foram marcados também pontos de referência na madeira para a medição da contração e inchamento volumétrico e uma identificação numérica para cada peça, referente ao seu posicionamento no fuste.

A amostragem e as metodologias para a obtenção da umidade, taxa de contração e inchamento (lineares e volumétricos) da madeira foram baseadas nas normas NBR 7190/97, a densidade básica foi determinada com base no método do paquímetro (NBR 7190/97) e da balança hidrostática (NBR 11941/03). O coeficiente de anisotropia foi determinado com base na relação das direções tangenciais e radiais.

### 3.2. Determinação da massa e das dimensões saturadas e secas da madeira

Algumas amostras em formato de paralelepípedo foram hidratadas em um tanque preenchido com água, onde os corpos de prova foram depositados e lá permaneceram até o momento que atingiram o ponto de saturação das fibras (PSF) e um peso constante (aproximadamente 30 dias).

Após a saturação das amostras, elas foram retiradas da água, o excesso de água presente foi removido com um papel de fácil absorção e então foi determinada a massa da madeira saturada ( $M_u$ ) ao pesar o corpo de prova em uma balança de precisão.

Com auxílio de um paquímetro (método do paquímetro), foram medidas as dimensões da madeira saturada ( $D_{sat}$ ) em cada plano de observação nas marcas pré-estabelecidas nos corpos-de-prova. Em seguida foi calculado o volume saturado ( $V_{sat}$ ) ao se multiplicar as dimensões medidas. Uma segunda determinação do volume foi realizada pela imersão do corpo de prova em um recipiente com água (método da balança hidrostática), em que o recipiente com água foi colocado sobre uma balança de precisão, que registrou o peso da água deslocada, equivalente ao volume deslocado, que corresponde ao volume da amostra de madeira saturada ( $V_{satBH}$ ).

Após a obtenção de todas as informações, as amostras foram levadas para a estufa a  $105 \pm 3$  °C e após totalmente secas, foram determinados a massa seca ( $M_s$ ), as dimensões secas ( $D_{seco}$ ) com uso do paquímetro e o volume seco pela multiplicação das dimensões secas ( $V_{seco}$ ).

### 3.3. Umidade máxima da madeira

A umidade máxima da madeira foi determinada de acordo a NBR 7190/97 utilizando a Equação 1.

$$U_{max} = \frac{M_u - M_s}{M_u} \times 100 \quad [1]$$

Em que:  $U_{max}$  = umidade máxima da madeira, em %;  $M_s$  = massa da amostra seca em estufa, em g; e  $M_u$  = massa saturada da amostra, em g.

### 3.4. Densidade básica da madeira

A determinação da densidade básica das amostras de madeira foi feita por meio da Equação 2, com base na norma NBR 7190/97.

$$Db = \frac{M_s}{V_{sat, satBH}} \quad [2]$$

Onde:  $Db$  = densidade básica, em  $g/cm^3$ ;  $M_s$  = massa da amostra seca em estufa, em g;  $V_{sat}$  ou  $V_{satBH}$  = volume da amostra saturada pelo método do paquímetro ou pelo método da balança hidrostática, em  $cm^3$ .

### 3.5. Retratibilidade da madeira

A retratibilidade linear foi determinada através da Equação 3, de acordo a NBR 7190/97.

$$RL = \frac{D_{sat} - D_{seco}}{D_v} \times 100 \quad [3]$$

Sendo:  $RL$  = retratibilidade linear, em %;  $D_{sat}$  = dimensão linear na condição saturada, em cm;  $D_{seco}$  = dimensão linear na condição seca, em cm e  $D_v$  = dimensão linear na condição de volume verde ou saturado, em cm.

Para se determinar a retratibilidade volumétrica, utilizou-se a Equação 4 (obtida na NBR 7190/97).

$$R_v = \frac{V_v - V_u}{V_v} \times 100 \quad [4]$$

Onde:  $R_v$  = retratibilidade volumétrica, em %;  $V_{sat}$  = volume na condição saturada, em  $cm^3$ ;  $V_{seco}$  = volume na condição seca, em  $cm^3$ .

### 3.6. Inchamento e contração volumétricos máximo da madeira

O inchamento volumétrico máximo foi calculado de acordo a NBR 7190/97 utilizando a Equação 5.

$$\alpha V_{max} = \left[ \frac{V_{sat} - V_{seco}}{V_{seco}} \times 100 \right] \quad [5]$$

Em que:  $\alpha V_{max}$  = máximo inchamento volumétrico, em %;  $V_{sat}$  = volume na condição saturada, em  $\text{cm}^3$ ;  $V_{seco}$  = volume na condição seca, em  $\text{cm}^3$ .

Para a determinação da contração volumétrica foram utilizados os mesmos corpos de prova e os mesmos procedimentos de medição utilizados na obtenção do inchamento volumétrico. O cálculo da contração foi realizado utilizando-se a equação 6, de acordo a NBR 7190/97.

$$\beta V_{max} = \left[ \frac{V_{sat} - V_{seco}}{V_{sat}} \times 100 \right] \quad [6]$$

Em que:  $\beta V_{max}$  = máxima contração volumétrica, em %;  $V_{sat}$  = volume na condição saturada, em  $\text{cm}^3$ ;  $V_{seco}$  = volume na condição seca, em  $\text{cm}^3$ .

### 3.7. Coeficiente de anisotropia da madeira

O coeficiente de anisotropia foi determinado de acordo a Equação 7.

$$CA = \frac{\beta_t}{\beta_r} \quad [7]$$

Em que: CA = Coeficiente de anisotropia;  $\beta_t$  = Contração dimensional tangencial,  $\beta_r$  = Contração dimensional radial.

### 3.8. Análise estatística dos dados

A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva, utilizando como dados de saída para fins de avaliação, a média, o desvio padrão, barras de erros para expressão do desvio padrão e linhas de tendência orientativas dos resultados.

#### 3.8.1. Teste de Grubbs

Os dados utilizados no presente estudo foram submetidos ao teste de Grubbs, para verificação e remoção de valores anômalos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Umidade das madeiras

A madeira é material higroscópico e tende a constantemente manter trocas de água com a atmosfera. Em um ambiente onde a umidade relativa e a temperatura se encontram constantes, a umidade da madeira também tende a um equilíbrio. Essa situação define o conceito de umidade de equilíbrio higroscópico (UEH) da madeira (Jankowsky, 1985).

A Tabela 2 apresenta uma pequena diferença entre os valores de umidade de equilíbrio das madeiras *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. O valor médio encontrado para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi similar ao observado no *Pinus oocarpa*. Considerando os dados obtidos para a cidade de Vitória da Conquista, a UEH estimada foi de 16% e os valores encontrados foram de 14,8% para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 14,7% para o *Pinus oocarpa*.

Tabela 2 – Umidade de equilíbrio higroscópico e umidade seca ao ar para as madeiras de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*.

ESPÉCIE	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>Pinus</i> <i>oocarpa</i>
<b>Umidade de Equilíbrio Higroscópico (%)*</b>	16,0	16,0
<b>Umidade da madeira (%)</b>	14,8	14,7
<b>0</b>	14,8	14,4
<b>50</b>	14,5	14,7
<b>100</b>	14,9	14,9

\*Considerando os dados médios mensais entre os anos de 2015 e 2019 (temperatura média =20,8 °C e umidade relativa do ar = 78,8%)

O comportamento observado para as madeiras das espécies estudadas estão de acordo com os resultados de encontrados por Jankowsky (1985), onde as madeiras de pinus apresentaram UEH muito próximas a UE local, quando expostas as mesmas condições de umidade e temperatura.

O conhecimento da UEH é de crucial importância para a utilização correta e bem sucedida das madeiras, já que segundo Simpson; Tenwolde (1999) as alterações causadas a superfície da madeira, devido a fatores ambientais como temperatura e umidade relativa, não podem ser evitados, mas retardados.

Se tratando da madeira de pinus destinada a produção de painéis de madeira, as reações causadas entre as trocas de umidade do ambiente antes de atingir a sua UEH são de grande importância para o uso adequado de cada painel, já que deformações em suas superfícies são indesejáveis e apresentam relação direta com as demais propriedades dos painéis (Silva et al., 2005).

O estudo da UEH das madeiras *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, ao longo do fuste (base-topo) não apresentou nenhum padrão claro de aumento ou diminuição. Todos os valores se encontraram próximos a média, o que indica que não há uma necessidade de separação da madeira para que uma dada parte do tronco conseguisse atingir uma UEH.

Em relação aos valores de umidade máxima das madeiras, a madeira de *Pinus oocarpa* (média = 185% e desvio padrão = 31%) apresentou valores inferiores e menor variação em relação aos encontrados para a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (média = 218% e desvio padrão = 32%), conforme Figura 2A.

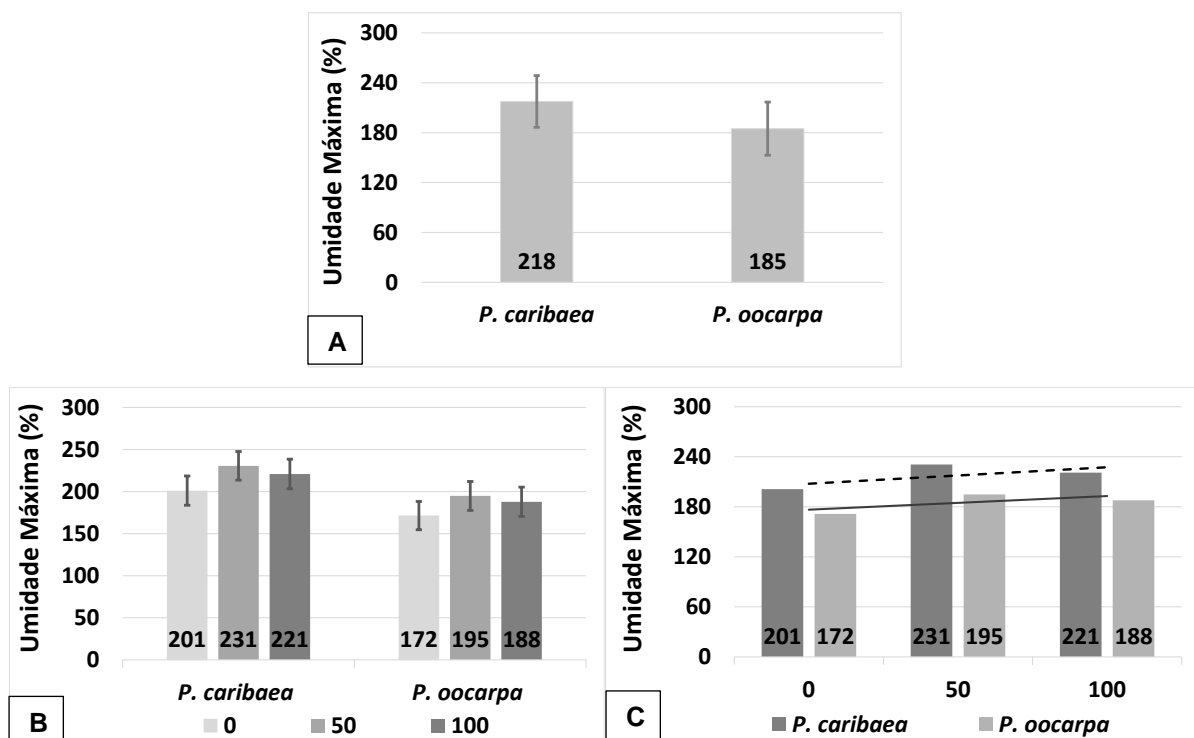


Figura 2 – Umidade máxima da madeira das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. A: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) para as duas espécies; B: valores médios (barras cinzas), desvios padrões (linhas) das espécies em função da posição da madeira nos fustes; C: valores médios (barras cinzas) e tendência da umidade máxima em função da posição no fuste (linhas).

Para ambas as espécies, os menores valores para a umidade máxima foram os encontrados na base dos fustes, sendo 201% na madeira *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 172% na madeira *Pinus oocarpa*.

Considerando a relação base-topo, os maiores valores corresponderam a seção do topo, em que na madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi 221% e *Pinus oocarpa* foi 188%, e os desvios padrões das amostras de madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram sempre levemente superiores aos valores apresentados nas amostras de *Pinus oocarpa* (Figura 2B).

Para as duas espécies houve uma tendência de crescimento da umidade máxima no sentido base-topo (Figura 2C). Isso pode ser devido a parede celular das traqueídes do topo possuírem paredes mais finas e o espaço ocupado pela água livre (lumen e espaços intercelulares) é mais abundante. Enquanto as traqueídes da base serem mais espessas, favorecendo mais a absorção da água de impregnação, que é limitada aos espaços submicroscópicos.

#### **4.2. Densidade básica das madeiras**

A densidade básica é uma importante característica das madeiras para uso industrial ou comercial, e bastante discutida na maioria dos estudos relacionados a qualidade da madeira.

Neste estudo, a densidade básica da madeira de *Pinus oocarpa* foi de 382 kg/m<sup>3</sup>, com desvio padrão de 38 kg/m<sup>3</sup>, enquanto a densidade básica de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi de 349 kg/m<sup>3</sup>, com desvio padrão de 39 kg/m<sup>3</sup> (Figura 3A). A densidade da madeira variou de 302 kg/m<sup>3</sup> até 362 kg/m<sup>3</sup> (19,9%) para a espécie *Pinus oocarpa* e de 317 kg/m<sup>3</sup> até 458 kg/m<sup>3</sup> (44,5%) para a espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Para ambas as espécies, foram encontrados maiores valores de densidade básica na base do fuste quando comparados aos valores do topo. Na Figura 3B é possível visualizar a variabilidade dos resultados através dos desvios padrões em cada altura avaliada. Em ambas as espécies os maiores desvios padrões foram observados na base do fuste, sendo de 50 kg/m<sup>3</sup> e de 44 kg/m<sup>3</sup> para as espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, e *Pinus oocarpa*, respectivamente.

A partir da tendência apresentada na Figura 3C, houve uma redução de 0,13 a 0,15 kg/m<sup>3</sup> a cada 1% da altura do fuste e tendo a espécie *Pinus oocarpa* apresentado os maiores valores nas três alturas avaliadas.



Na literatura científica, Loiola (2019) e Trianoski et al. (2013a) encontraram comportamentos similares para as duas espécies, sendo a densidade básica de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* menor que a de *Pinus oocarpa*. Loiola (2019) registrou valores de densidade básica de 398 kg/m<sup>3</sup> para *Pinus oocarpa* (árvores de 35 anos localizadas em Catalão - GO) e 463 kg/m<sup>3</sup> para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (árvores de 25 anos localizadas em Prata- MG); Trianoski et al. (2013a) encontrou valores de densidade básica de 398 kg/m<sup>3</sup> para *Pinus oocarpa* e 463 kg/m<sup>3</sup> para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (ambas as espécies foram obtidas em plantios experimentais com 17 e 18 anos de idade, localizados nas regiões de Itararé – SP e Ventania – PR).

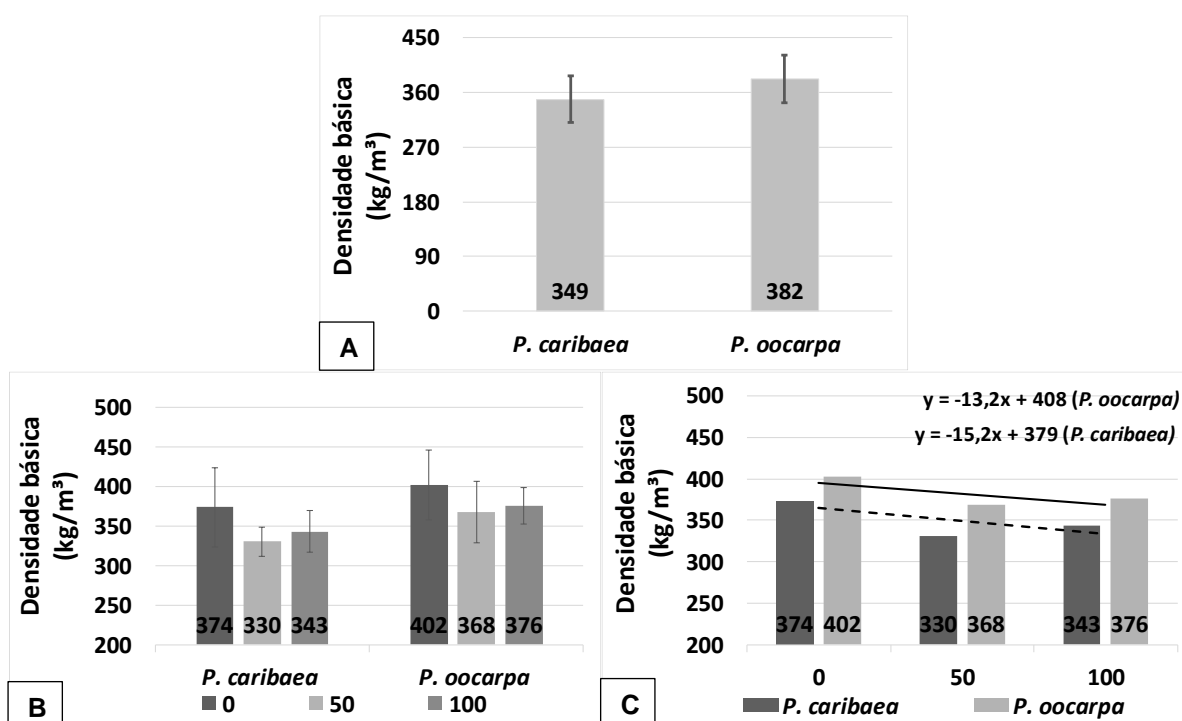


Figura 3 – Densidade básica das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. A: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) para as duas espécies; B: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) das espécies em função da posição da madeira nos fustes; C: valores médios (barras cinzas) e tendência da densidade básica em função da posição no fuste (linhas).

Os valores de densidade básica encontrados neste estudo, com árvores de 10 anos localizadas na região sudoeste do estado da Bahia, foram menores do que todos os valores encontrados em literatura científica (Balloni, 2009; Bolgenhagen, 2018; González et al., 2009; Loiola, 2019; Melo et al., 2013b; Mendes et al., 1999; Muniz, 1993; Rezende; Saglietti; Guerrini, 1995b; Trianoski et al., 2013a; Vale; Rocha; Menezzi, 2009). Diferenças na densidade básica da madeira ocorrem, entre outros, devido às condições edafoclimáticas e idade da árvore.

Em conformidade com essa teoria, Roberto; Saglietti; Guerrini, (1995) relatam que a madeira de pinus tende a aumentar a sua densidade até os 24 anos de plantio. Fato que também é observado no estudo de Melo et al. (2013b), onde os indivíduos de maior idade obtiveram valores de densidade superiores aos indivíduos mais novos.

Foi realizada uma comparação entre duas metodologias de avaliação da densidade básica da madeira, onde o volume saturado foi obtido por um paquímetro digital (método do paquímetro) e pela imersão da amostra saturada em um recipiente com água sobre uma balança (método da balança hidrostática). Na Figura 4 é possível observar a correlação existente entre os valores de densidade obtidos por meio dos dois diferentes métodos.

Os valores de densidade básica obtidos pelas diferentes metodologias apresentaram uma elevada correlação ( $R^2 = 0,9653$ ), confirmando a fidelidade dos dados e boa qualidade na aplicação e execução dos métodos utilizados.

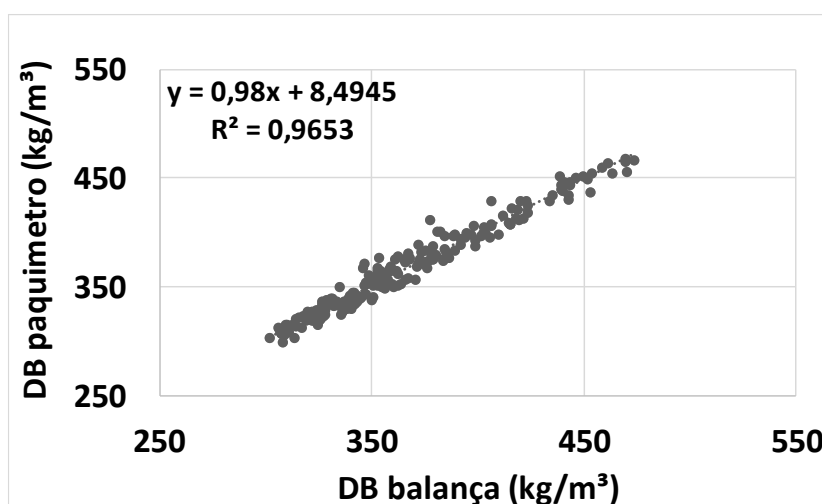


Figura 4 – Correlação entre os valores de densidade básica obtidos pelo método do paquímetro digital (DB paquímetro) e pelo método da balança hidrostática (DB balança hidrostática).

Por fim, foi realizada uma correlação entre a umidade máxima e a densidade básica da madeira (Figura 5). Ambas as espécies apresentaram altos índices de correlação ( $R^2 = 0,91$  para o *Pinus caribea* var. *hondurensis* e  $R^2 = 0,81$  para o *Pinus oocarpa*).

Os valores obtidos corroboram com a afirmação de (Foelkel; Brasil; Barrichelo, 1971) em que constatam que a umidade máxima é inversamente proporcional à densidade da madeira, devido ao fato de que quanto maior a quantidade de água presente na madeira, menor a quantidade dos seus demais elementos químicos na parede celular (celulose, hemicelulose e lignina).

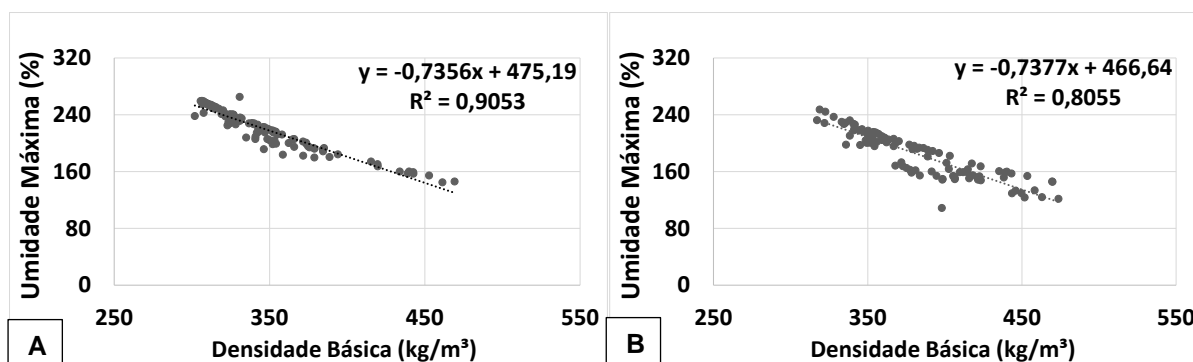


Figura 5 – Correlação existente entre os valores de densidade básica e umidade máxima das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (A) e *Pinus oocarpa* (B).

### 4.3. Inchamento e contração das madeiras

O inchamento das madeiras é uma das principais características inerentes ao seu uso como matéria prima para a produção de madeira serrada e painéis de madeira, uma vez que as alterações nas dimensões de uma peça podem inviabilizar o seu uso.

No presente trabalho, os valores de inchamento e contração, respectivamente, obtidos para a madeira da espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram menores que os obtidos para a madeira da espécie *Pinus oocarpa*, tanto para os valores volumétricos (Figuras 6A e 6B) quanto para os lineares longitudinal radial (Figuras 6C e 6D) e longitudinal tangencial (Figuras 6E e 6F). As variações em termos de desvio padrão foram similares ao comparar o comportamento das espécies.

Em relação ao inchamento/contração volumétricos, o valor médio encontrado para a madeira da espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi de 10,8%/9,8%, e para a madeira da espécie *Pinus oocarpa* foi de 12,5%/11,1% (Figuras 6A e 6B). Em relação ao inchamento/contração linear radial, os valores foram 4,0%/3,8% para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 4,5%/4,3% para o *Pinus oocarpa* (Figuras 6C e 6D). Já o inchamento/contração linear tangencial apresentou valores de 5,7%/5,4% para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 6,3%/5,9% para *Pinus oocarpa* (Figuras 6E e 6F).

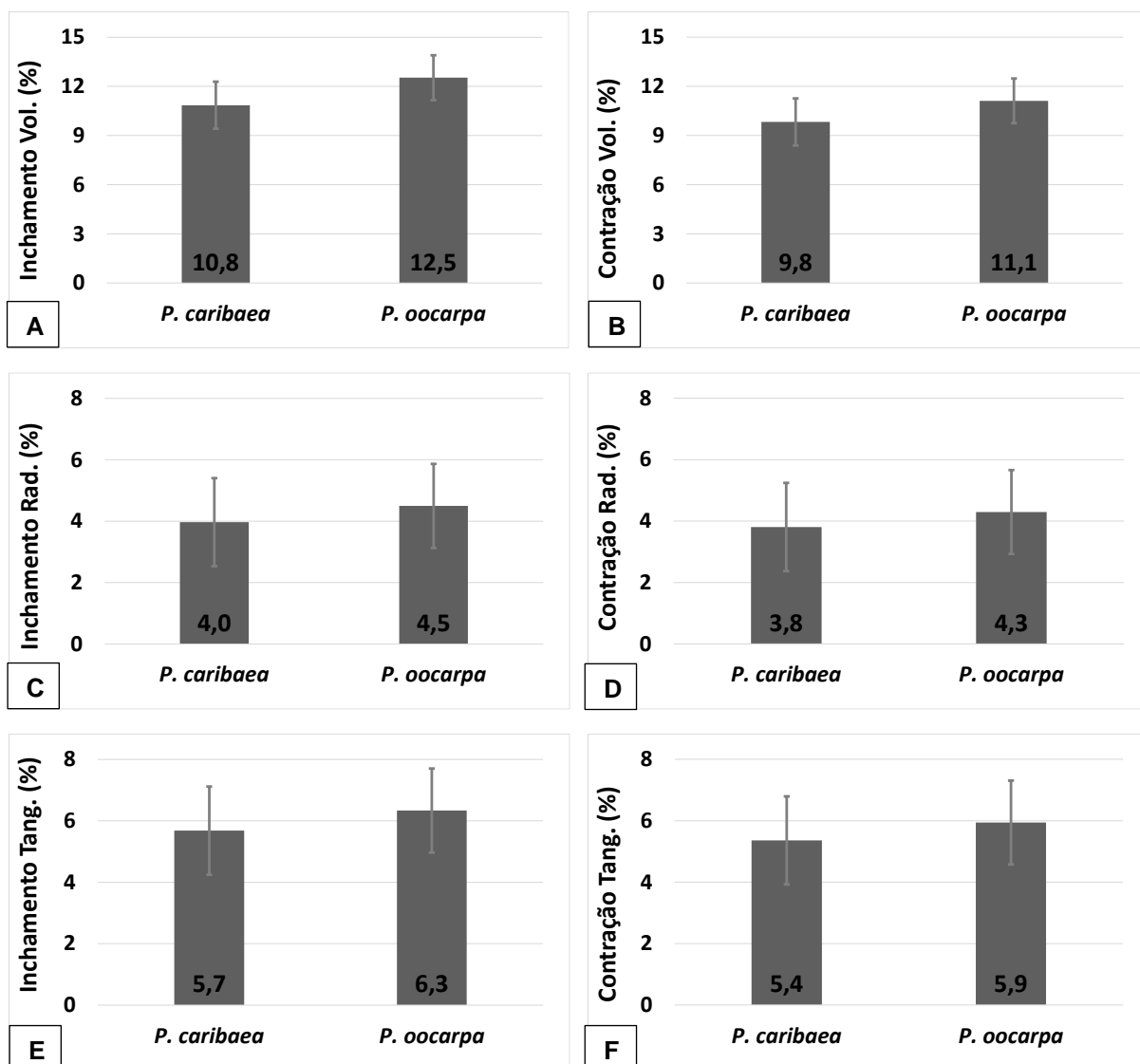


Figura 6 – Inchamento e contração das madeiras das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. A e B: valores médios (barras cinzas) e desvio padrão (linhas) de inchamento e contração volumétricos, respectivamente; C e D: valores médios (barras cinzas) e desvio padrão (linhas) de inchamento e contração longitudinal radial, respectivamente; E e F: valores médios (barras cinzas) e desvio padrão (linhas) de inchamento e contração longitudinal tangencial, respectivamente.

Os desvios padrões (variação) ao longo do fuste se comportaram de maneira homogênea nas madeiras das diferentes espécies, variando entre 1,4 e 2,1% conforme Figuras 7A e 7B.

A variação do inchamento/contração radial das duas espécies, em termos de desvio padrão, também foi pouco pronunciada ao longo do fuste, variando entre 1,0 e 1,6% para o inchamento e 0,9 e 1,4% para a contração (Figuras 6C e 6D). No sentido longitudinal tangencial, a variação máxima em termo de desvios padrão para as duas espécies foi de 1,3 e 1,6% para o inchamento e 1,1 e 1,4% para a contração (Figuras 6E e 6F).

Em relação a variação do inchamento/contração volumétrica no sentido base topo dos fustes de madeira, os valores variaram de 11,5 a 10,7% / 10,3 a 9,6% para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e de 12,7 a 12,1% / 11,3 a 10,8% para o *Pinus oocarpa*. Já o inchamento linear radial apresentou valores de 4,2 a 4,0% / 4,0 a 3,8% para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 4,4 a 4,4% / 4,2 a 4,2% para *Pinus oocarpa*. Por fim, o inchamento/contração linear tangencial variou de 5,9 a 5,5% / 5,5 a 5,2% para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 6,4 a 6,1% / 6,0 a 5,8% para o *Pinus oocarpa*. Esses resultados demonstram uma tendência de queda dos valores no sentido base topo, onde os maiores valores observados na base são superiores aos valores do topo (Figuras 7 A e B, 8 A e B, e 9 A e B).

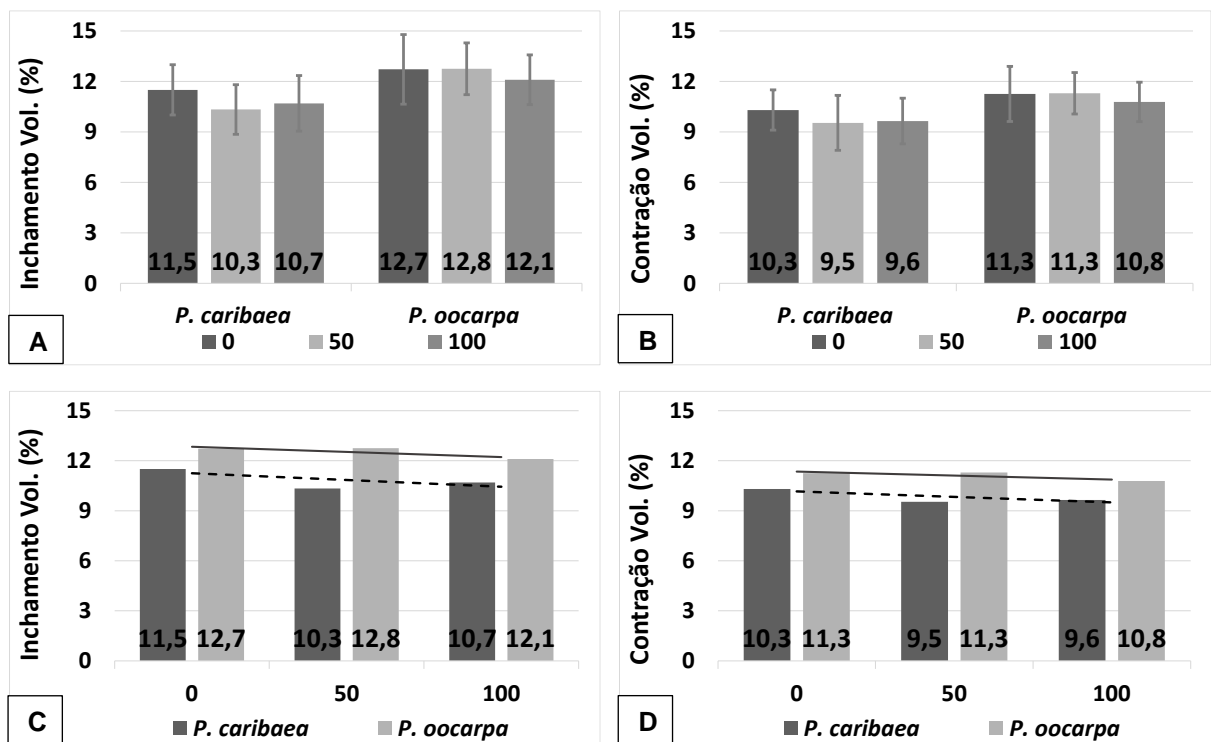


Figura 7 – Inchamento e contração volumétricos das madeiras das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, respectivamente A e B: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) das madeiras em função da sua posição nos fustes; C e D: valores médios (barras cinzas) e tendência do inchamento e contração em função da altura do fuste.

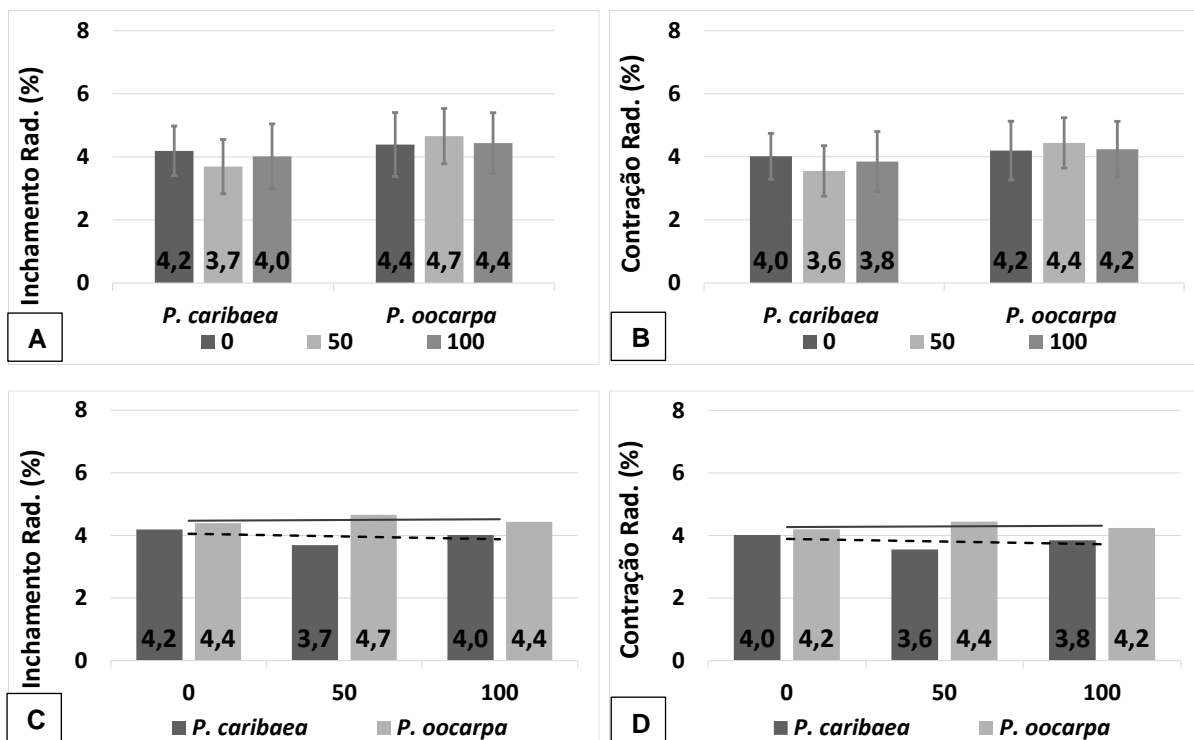


Figura 8 – Inchação e contração linear longitudinal radial das madeiras das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, respectivamente A e B: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) das madeiras em função da sua posição nos fustes; C e D: valores médios (barras cinzas) e tendência do inchação e contração em função da altura do fuste.

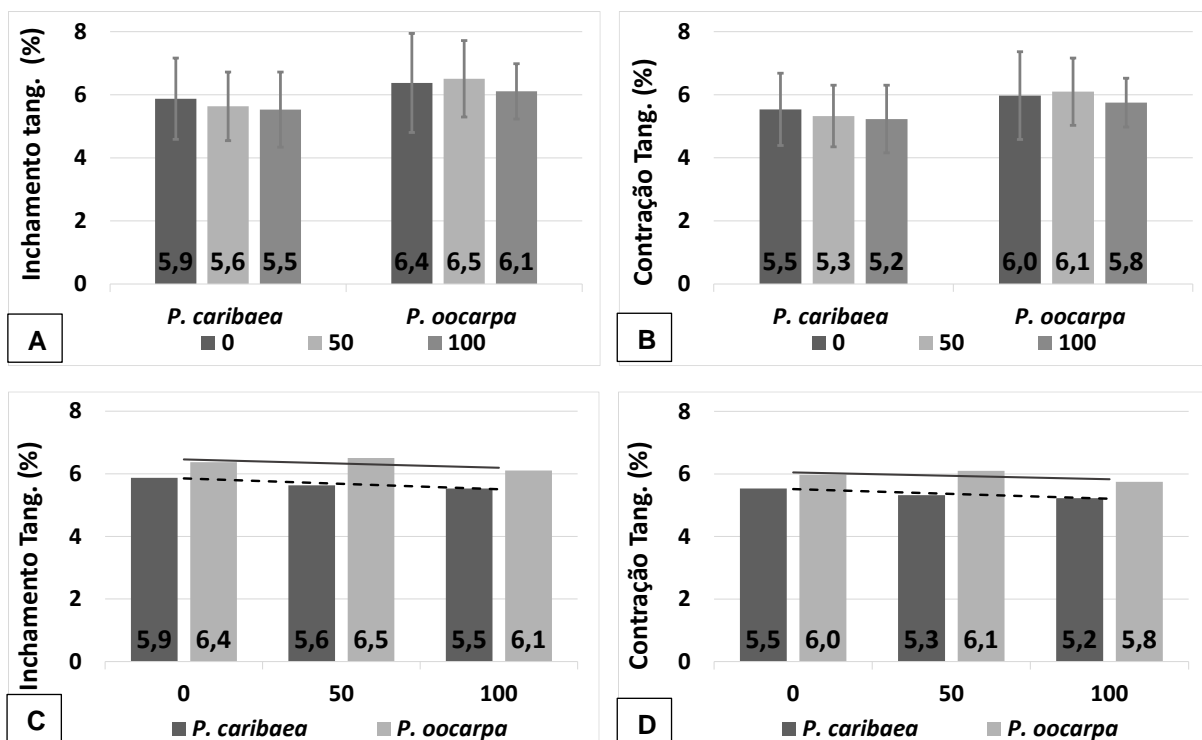


Figura 9 – Inchação e contração linear longitudinal tangencial das madeiras das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, respectivamente. A e B: valores médios (barras cinzas) e desvios padrões (linhas) das madeiras em função da sua posição nos fustes; C e D: valores médios (barras cinzas) e tendência do inchação e contração em função da altura do fuste.

O comportamento apresentado por ambas as espécies em relação aos seus percentuais de contração e inchamento são semelhantes aos encontrados em alguns trabalhos na literatura.

Loiola (2019) em estudo realizado no estado do Paraná, obteve valores de contração volumétrica de indivíduos de *Pinus oocarpa* com 25 anos, superiores aos valores observados em indivíduos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com 35 anos (10,1%/9,9%).

Em um estudo realizado por Trianoski (2013b) o comportamento do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* são semelhantes ao encontrados no presente estudo. Os indivíduos estudados foram analisados aos 18 anos de plantio, a madeira de *Pinus oocarpa* apresentou valores de contração volumétrica (10,2%/8,9%) e linear longitudinal radial (2,9%/2,4%) e tangencial (6,5%/5,7%) superiores aos valores observados no *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, respectivamente.

Outros autores como Gonzalez et al, (2009) e rezende; Saglietti; Guerrini, (1995) observaram valores de contração volumétrica e linear próximos aos valores encontrados no presente trabalho, ou autores encontraram valores de contração de 3,4/3,9%; 6,2/6,0%; 9,9%/9,9% para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 3,9%; 6,2%; 10,1% para o *Pinus oocarpa*, respectivamente.

#### **4.4. Coeficiente de anisotropia da madeira**

O coeficiente de anisotropia da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* apresentou um maior valor (1,48) que o da madeira de *Pinus oocarpa* (1,43), conforme Figura 10A. Para a madeira de *Pinus oocarpa* foram observados maiores valores na base e menores valores no topo (Figura 10B), enquanto na madeira da espécie *P. caribaea* var. *hondurensis* foram observados valores do topo semelhantes aos valores da base, destacando se o meio do fuste que apresentou um valor superior as demais partes.

As observações do desvio padrão apresentaram comportamentos distintos para as espécies (Figura 10B). A madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* apresentou um aumento dos desvios no sentido base topo (0,43/0,44/0,48), enquanto a madeira de *Pinus oocarpa* apresentou valores idênticos para a base e topo (0,38), e o meio do fuste apresentou o menor valor para espécie (0,34).

A tendência observada para as madeiras das duas espécies é bem parecida e estável, não demonstrando diferença de comportamento da madeira da base e da madeira do topo (Figura 10C).

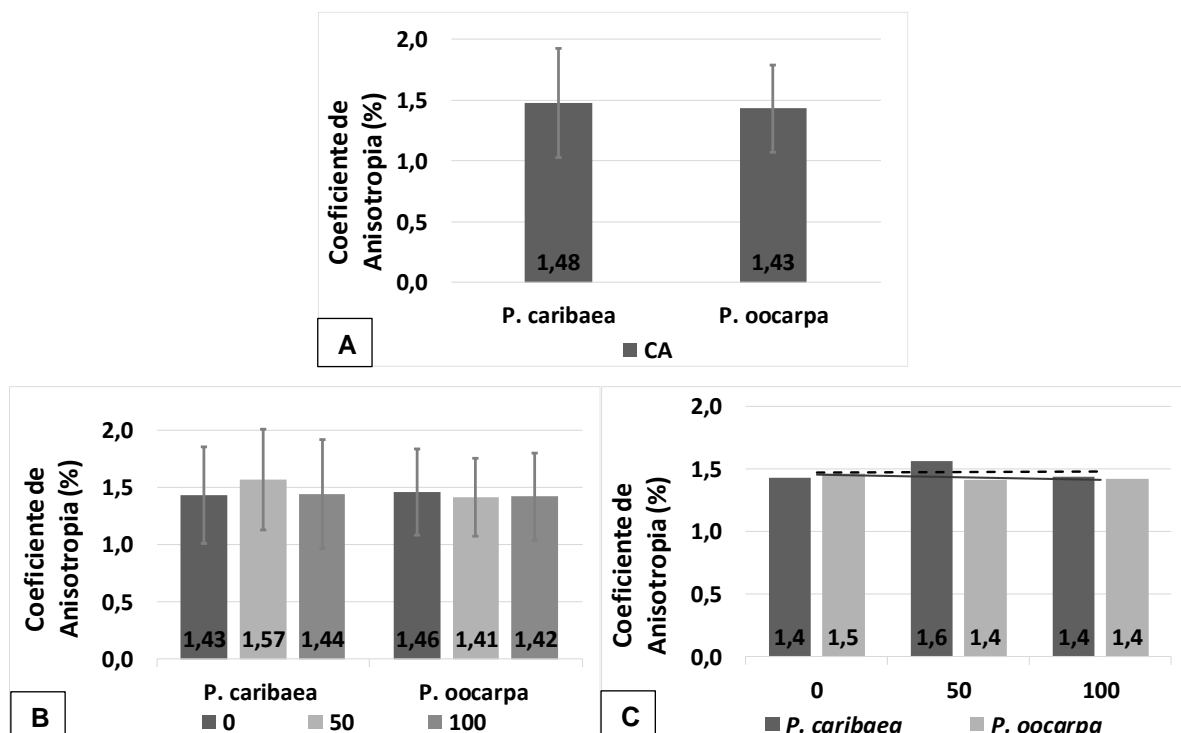


Fig 10 – Coeficiente de anisotropia das espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. A: valores médios e desvio padrões para as espécies; B: Valores médios e tendência de variação da densidade básica em função da altura do fuste; C: Valores médios em função da altura do fuste, evidenciando o desvio padrão.

De acordo a classificação proposta por Klitzke (2007), onde a qualidade das madeiras é definida em função dos seus coeficientes de anisotropia, os valores apresentados por ambas as espécies as classificam como madeiras estáveis e de excelente qualidade (coeficiente de anisotropia igual ou menor a 1,5).

Em comparação aos resultados encontrados na literatura, para as mesmas espécie estudadas nesse trabalho, Trianoski et al. (2013b) encontrou um coeficiente de anisotropia de 2,45 e 2,52 para o *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* respectivamente. O estudo em questão foi realizado nas cidades de Ventania – PR e Itararé – SP, com indivíduos de 17 e 18 anos.

Em um estudo realizado com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Banks (1977) obteve valores médios de 2,09 para indivíduos com 26 anos de idade, localizados em Pretória. Em relação ao *Pinus oocarpa*, Klock (1989) apresenta valores de 2,03 e 2,23, para plantios de 14 e 20 anos respectivamente, localizado na região de Agudos – SP.



Gonçalez et al. (2009) ao estudar a espécie em dois municípios de Goiás encontrou valores que variaram de 1,37 a 1,84.

Ao se comparar aos dados referenciais é possível observar que os valores encontrados para a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foram menores que os encontrados na literatura, enquanto a madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* possui trabalhos com valores tanto próximos como distantes dos encontrados no presente estudo.

## 5. CONCLUSÕES

A madeira de *Pinus oocarpa* apresentou valores superiores aos encontrados no *Pinus caribaea* var. *hondurensis* nas propriedades umidade máxima, densidade básica, inchamento e contração volumétrica e lineares, exceto apenas para coeficiente de anisotropia.

Os valores encontrados na base dos fustes foram superiores aos encontrados no topo, com exceção do coeficiente de anisotropia, que apresentou valores extremamente próximos em ambas as extremidades do fuste.

As espécies estudadas em Vitória da Conquista apresentaram valores médios de densidade inferiores aos encontrados na literatura, e seus valores de contração volumétrica superiores aos encontrados em referências em outras regiões brasileiras.

As madeiras de pinus cultivadas na região sudoeste apresentam excelente estabilidade dimensional, e são indicadas para a indústria de serraria.

Os resultados encontrados no presente estudo podem ter relação direta com a idade das árvores e as características edafoclimáticas da região de Vitória da Conquista, logo se faz necessário a realização de estudos complementares ao presente trabalho para conclusões mais precisas a respeito de seu desempenho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAF - Associação Bahiana das Empresas de base Florestal.  
**Relatório ABAF 2021 ano base 2020**. Bahia: 2021. Disponível em:  
< <https://www.abaf.org.br/categoria/publicacoes/>>. Acesso em 10/09/2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 7190**, Projeto de Estruturas de Madeira, 107p, Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Normas Técnicas. **NBR 11941**, densidade básica da madeira, 6p, Rio de Janeiro, 2003.
- ABIMCI. **Estudo setorial 2019**. Disponível em:  
<<https://abimci.com.br/publicacao/estudo-setorial-em-sintese-2019/>>.
- ALMEIDA, D. H. DE et al. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb) em peças de dimensões estruturais. **Revista Arvore**, v. 37, n. 6, p. 1175–1181, nov. 2013.
- ALMEIDA, N. F. DE et al. Produção e Avaliação da Qualidade de Lâminas de Madeira de um Híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 261–268, 2014.
- ARAGÃO, M. DE A. et al. Teste de identidade de modelos volumétricos para *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em povoamento misto no sudoeste da Bahia. **Revista Brasil Bioma**, v. 34, n. 4, p. 621–632, 2016.
- ARAUJO, H. J. B. DE. **Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (ac) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, jul. 2002.
- BALLONI, C. J. V. **CHARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA MADEIRA DE *Pinus elliottii***. ITAPEVA - SP: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, 2009.
- BANKS, C. H. Some observations on the quality of the timber of South African grown *Pinus caribaea* var. *Caribaea* and var. *Hondurensis*. **South African Forestry Journal**, v. 102, n. 1, p. 1–7, 1977.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. DENSIDADE BÁSICA E RETRATIBILIDADE DA MADEIRA DE CLONES DE TRÊS ESPÉCIES DE *Eucalyptus* BASIC DENSITY AND RETRACTIBILITY OF WOOD CLONES OF THREE *Eucalyptus* SPECIES. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 665–674, 2010.
- BIAZUS, A.; HORA, A. B. DA; LEITE, B. G. P. **Panorama de mercado: painéis de madeira**. [s.l.: s.n.].
- BOLGENHAGEN, A. **AVALIAÇÃO COMPARADA DOS PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM NA COLAGEM LATERAL DE PAINÉIS DE MADEIRA DE *PINUS ELLIOTTII* E *PINUS TAEDA***. [s.l.: s.n.].
- BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 173–182, 2004.
- CALONEGO, F. W. et al. AVALIAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA MADEIRA DE

*Eucalyptus grandis* POR MEDIDORES ELÉTRICOS RESISTIVOS 1. v. 18, n. único, p. 71–78, dez. 2006.

CARVALHO, A. M. DE; SILVA, B. T. B. DA; LATORRACA, J. V. DE F. AVALIAÇÃO DA USINAGEM E CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE MOGNO AFRICANO (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, v. 16, p. 106–114, jul. 2010.

CARVALHO, F. F. DE et al. Litterfall and litter decomposition in pinus and native forests. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, p. 1–10, 2019.

COSTA, V. E. **Caracterização físico-energética da madeira e produtividade de reflorestamentos de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla***. Botucatu - SP: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, fev. 2006.

COUTO, A. M. **Modelagem da densidade básica e caracterização química em clones de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis***. Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras, 18 fev. 2011.

DIAS, A. C. C. et al. Qualidade da madeira para produção de lâminas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Floresta**, v. 47, n. 3, p. 333–341, 2017.

DONATO, D. B. et al. Determinação da umidade da madeira em tora por diferentes métodos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 449–453, 30 dez. 2014.

FAO. **Global Forest Resources Assessment 2020 Main report**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/ca9825en>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

FIGUEIROA, M. J. M. **Coeficientes de modificação das propriedades mecânicas da madeira devidos à temperatura**. [s.l.] Universidade Estadual de Santa Catarina, 2012.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, p. 65–74, 1971.

FOELKEL, C. E. B.; MORA, E.; MENOCELLI, S. **Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose** Campos do Jordão - São Paulo CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, , 1990.

GARCÍA-QUINTANA, Y.; ÁLVARES-BRITO, A.; GUÍZAR-NOLASCO, E. Ensayo de procedencias de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en alturas de pizarras, viñales, Pinar del Río, Cuba. **Revista Chapingo : Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 125–129, 2007.

GLASS, S. V; ZELINKA, S. L. Wood Handbook, Chapter 04: Moisture Relations and Physical Properties of Wood. In: **Wood handbook : wood as an engineering material**. [s.l.: s.n.]. p. 1–19.

GOMES, V. D. S. et al. Biomass and nutrients removal in pure and mixed populations of pinus sp. In southwest bahia-brazil. **FLORESTA**, v. 49, n. 3, p. 571–578, 16 jul. 2019.

GONÇALEZ, J. C. et al. Disponível em:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74413018014>. **Cerne**, v. 15, n. 2, p. 251–255, 2009.

HASELEIN, C. R. et al. Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 127, 30 jun. 2005.

**IBA**. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBÁ 2022-Ano Base 2021. 2022.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação do potencial de uso de espécies de pinus tropicais e eucalipto na produção de painéis compensados ureicos. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 277–284, 2012.

JANKOWSKY, I. P. VARIAÇÃO SAZONAL DA UMIDADE DE EQUILÍBRIO PARA MADEIRA DE Pinus. **Instituto de pesquisas e estudos florestais**, v. 31, n. February, p. 41–46, 1985.

JARDÓN-BARBOLLA, L. et al. Phylogeography of Pinus subsection Australes in the Caribbean Basin. **Annals of Botany**, v. 107, n. 2, p. 229–241, 2011.

KLOCK, U. Qualidade da Madeira de *Pinus oocarpa* Shiede e *Pinus caribaea* Morelet var *hondurensis* Barr e Golf. p. 161, 1989.

KOHLER, S. V. et al. EVOLUÇÃO DO SORTIMENTO EM POVOAMENTOS DE Pinus taeda NOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA. **FLORESTA**, v. 45, n. 3, p. 545–554, 24 jan. 2015.

LARSON, P. R. et al. **Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines: A Synopsis**. [s.l.: s.n.].

LIMA, M. C. D. DE et al. Estoques de biomassa e carbono de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em plantio homogêneo no Sudoeste da Bahia. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 6, p. 957–962, 1 jun. 2016.

LOIOLA, P. L. **Qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais para a produção de lápis**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2019.

LOPES, D. J. V. et al. Influências do Diâmetro e Umidade da Madeira na Qualidade do Tratamento Preservativo Influences of Diameter and Wood Moisture on Quality of the Preservative Treatment. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

LOPES, J. D. O. et al. Propriedades Físicas da Madeira de Teca Termorretrificada. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 569–577, 2014.

MANGINI, T. D. S. et al. Densidade e teor de umidade da madeira de *Ocotea pulchella* (NEES) MEZ. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 2, p. 259, 2020.

MELLO, R. L. DE. **Projetar em Madeira: uma nova abordagem**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2007.

MELO, L. C. DE et al. Estimativas volumétricas em povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 379–386, 2013a.

MELO, R. R. et al. Variação Radial e Longitudinal da Densidade Básica da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm. com Diferentes Idades. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 4, n. 1, p. 93–92, 2013b.

- MENDES, L. M. et al. Variação da densidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. no sentido longitudinal dos caules. v. 5, n. 1, p. 102–111, 1999.
- MOURA, V. P. G.; DVORAK, W. S.; HODGE, G. R. Provenance and family variation of *Pinus oocarpa* grown in the Brazilian cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 109, n. 1–3, p. 315–322, 16 set. 1998.
- MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**. Departamento de Engenharia e Tecnologia Floresta I-UFPR. Paraná, v. 4, p. 01-208, 2012.
- MUNIZ, G. I. B. DE. Caracterização e Desenvolvimento de Modelos para Estimar as Propriedades e o Comportamento na Secagem da Madeira de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus taeda* L. p. 252, 1993.
- MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P. DA; TRUGILHO, P. F. Estimativa do Rendimento em Madeira Serrada de *Pinus* para Duas Metodologias de Desdobro. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 556–563, 2013.
- NASSUR, O. A. C. **Variabilidade das propriedades tecnológicas da madeira de *Toona ciliata* M. Roem. COM DEZOITO ANOS DE IDADE**. LAVRAS - MG: UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, jul. 2010.
- NETO, A. R. **Espécies De Madeiras Tropicais Brasileiras Na Produção De Móveis Com Madeira Sólida Na Região De**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2005.
- OLIVEIRA, J. T. DA S.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N. C. Evaluation of the retratibility in seven eucalypt species. **Revista Arvore**, v. 34, n. 5, p. 929–936, 2010.
- OLIVEIRA, J. T. DA S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 115–127, 2005a.
- OLIVEIRA, J. T. DA S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 115–127, fev. 2005b.
- OLIVEIRA, J. T. DA S.; SILVA, J. DE C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 381–385, jun. 2003.
- OZYHAR, T.; HERING, S.; NIEMZ, P. Moisture-dependent elastic and strength anisotropy of European beech wood in tension. **Journal of Materials Science**, v. 47, n. 16, p. 6141–6150, 2012.
- PALERMO, G. P. DE M. et al. Determinação da densidade da madeira de *pinus elliottii* engelm, através de atenuação de radiação gama comparada a métodos tradicionais. **Floresta e Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 1–6, 2004.
- PINHEIRO, C. **EFEITOS DO TEOR DE UMIDADE DA MADEIRA NO FRESAMENTO DE *Pinus elliottii***. Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista, jun. 2014.
- POUBEL, D. DA S. et al. Estrutura Anatômica e Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 117–126, 2011.
- POUBEL, D. DA S. et al. Efeito da termorretrificação nas propriedades físicas e

- químicas da madeira de *Pinus caribaea*. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 391–398, 2013.
- REZENDE, M. A. DE. Retratibilidade da madeira de *Pinus caribæa* var. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis* e suas relações com a umidade e densidade. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, n. 64, p. 120–127, 2003.
- REZENDE, M. A. DE; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, n. 48/49, p. 133–141, 1995a.
- REZENDE, M. A. DE; SAGLIETTI, J. R. C.; GUERRINI, I. A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF**, n. 48/49, 1995b.
- RODRIGUES, É. DE A. C. et al. Seleção de clones de eucalyptus para as propriedades... Eucalyptus para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvores no campo. **Cerne**, v. 14, n. 2, p. 147–152, 2008.
- SARGENT, R. Evaluating dimensional stability in solid wood: a review of current practice. **Journal of Wood Science**, v. 65, n. 1, p. 1–11, 2019.
- SHIMIZU, J. Y. **Pinus na Silvicultura Brasileira**.
- SHIMIZU, J. Y. Cultivo de Pínus. **Sistemas de Produção**, p. 72, 2014.
- SILVA, G. A. DA et al. Umidade de equilíbrio de painéis de madeira. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 639–646, ago. 2005.
- SIMPSON, W.; TENWOLDE, A. Physical properties and moisture relations of wood. In: **Wood handbook: wood as an engineering material**.
- SKAAR, C. **Wood-water relations**. v. 31
- STOLF, D. O. et al. Influência do teor de umidade na propriedade de tenacidade de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 501–508, 2014.
- TRIANOSKI, R. et al. Variação Longitudinal Da Densidade Básica Da Madeira De Espécies De *Pinus* Tropicais. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 503, 2013a.
- TRIANOSKI, R. et al. Avaliação da Estabilidade Dimensional de Espécies de *Pinus* Tropicais Evaluation of Dimensional Stability of Tropical Pine Species. **Floresta e Ambiente**, v. 0980, n. 3, p. 398–406, 2013b.
- VALE, A. T. DO; ROCHA, L. R.; MENEZZI, C. H. S. DEL. Basic density of wood from *Pinus caribaea* var. *hondurensis* grown in the cerrado area. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 37, n. 84, 2009.
- VASQUEZ, A. G. et al. Uma síntese da contribuição do gênero pinus para o desenvolvimento sustentável no sul do brasil. **Floresta**, v. 37, n. 3, p. 445–450, 2007.
- VIVIAN, M. A. et al. Influência do Tratamento Térmico nos Defeitos de Secagem da Madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 2, n. 1, p. 15–38, 2011.
- ZEN, K. **INFLUÊNCIA DO TEOR DE UMIDADE NA RESISTÊNCIA E RIGIDEZ DA MADEIRA DE *Pinus patula* schtdl. & cham**. Curitiba: Universidade Federal

de Santa Catarina, 28 nov. 2018.

ZEN, L. R. et al. Secagem ao ar livre da madeira serrada de eucalipto. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 2, p. 291–298, 2019.

## 7. ANEXOS

ANEXO 1 - Médias das densidades e retratibilidade volumétricas e lineares para espécies do gênero *Pinus*.

Pinus	Densidade g/cm <sup>3</sup>	Retratibilidade Vol. (%)	Retratibilidade Tangencial	Retratibilidade Radial	Idade (anos)	Estado	Autor / Ano
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,509	-	-	-	13	Brasília - DF	(Vale; Rocha; Menezzi, 2009)
<i>Pinus oocarpa</i>	0,446	-	-	-	14	Lavras - MG	(Mendes et al., 1999)
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. bahamensis</i>	0,423	-	-	-	17		
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. caribaea</i>	0,418	-	-	-	17		
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,431	-	-	-	18	SP/MG	(Trianoski et al., 2013a)
<i>Pinus oocarpa</i>	0,485	-	-	-	18		
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,43	9,54	6,18	3,35	22	Mumbai - GO	(Gonçalez et al., 2009)
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,46	9,90	5,73	4,17	23	Catalão - GO	



<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	-	10,2	5,4	4,3	8	-	(Rezende; Saglietti; Guerrini, 1995)
<i>Pinus oocarpa</i>	0,463	10,07	5,39	3,87	35	PR	
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,398	9,93	6,02	3,90	25	PR	(Loiola, 2019)
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. caribaea</i>	0,344	8,25	6,19	2,86	14	PR	
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. hondurensis</i>	0,417	8,95	5,74	2,42	17-18	PR/SP	
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. caribaea</i>	0,411	8,69	6,01	2,62	17-18	PR/SP	
<i>Pinus caribaea</i> <i>var. bahamensis</i>	0,382	8,78	6,12	2,64	17-18	PR/SP	(Trianoski et al., 2013b)
<i>Pinus oocarpa</i>	0,452	10,22	6,47	2,89	17-18	PR/SP	
<i>Pinus Taeda</i>	0,415	10,64	6,44	3,38	17-18	PR/SP	
<i>Pinus elliottii</i> <i>Engelm</i>	0,332	-	-	-	9	Santa Catarina	(Melo et al., 2013)

<i>Pinus elliottii</i> <i>Engelm</i>	0,364	-	-	-	14	Santa Catarina	
<i>Pinus elliottii</i>	0,47	9,82	5,78	4,35	22	Itapeva - SP	(Balloni, 2009)
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	0,518	10,73			30	Floresta Nac. Iratí - PR	(Muniz, 1993)
<i>Pinus taeda</i>	0,524	10,90			30	Floresta Nac. Iratí - PR	
<i>Pinus elliottii</i>	0,48	8,64			15	São Bento do Sul - SC	(Bolgenhagen, 2018)
<i>Pinus taeda</i>	0,41	8,91			15	São Bento do Sul - SC	