

Luiza Griss Juttel

**INFLUÊNCIA DO DESBASTE NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS  
DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L.**

Curitibanos

2018



Luiza Griss Juttel

**INFLUÊNCIA DO DESBASTE NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS  
DA MADEIRA DE *Pinus taeda* L.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Profa. Dra. Karina Soares Modes

Curitibanos

2018

Juttel, Luiza Griss

Influência do desbaste nas propriedades tecnológicas da madeira de Pinus taeda L. / Luiza Griss Juttel ; orientadora, Karina Soares Modes, 2018.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Coníferas. 3. Desbaste. 4. Densidade básica. 5. Retratibilidade. I. Modes, Karina Soares. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Luiza Griss Juttel

**INFLUÊNCIA DO DESBASTE NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA  
MADEIRA DE *Pinus taeda* L.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora

Curitiba, 29 de Junho de 2018.

Marcelo C. Scipioni

Prof. Marcelo Callegari Scipioni, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

Karina Modes

Profa. Karina Soares Modes, Dra.  
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Magnos Alan Vivian

Prof. Magnos Alan Vivian, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por me guiar sempre no caminho do bem e me proteger.

Aos meus pais Ison e Dilce, por me proporcionarem a oportunidade de realizar essa graduação, por estarem sempre presentes mesmo na distância, pelo amor, pelo apoio incondicional nos últimos anos e por serem meus maiores incentivadores.

Ao meu noivo Bruno Panceri Ciarnoski pelo companheirismo, paciência e pelo incentivo mesmo nos dias mais difíceis da graduação. E também a empresa Ciarnoski Agroflorestal e Cartonagem por forneceram o material do presente estudo.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Karina Soares Modes por toda a ajuda, pelos ensinamentos nas disciplinas e por transferir seu conhecimento a mim durante esse trabalho.

A UFSC, ao corpo docente e a todos os colegas que de alguma maneira em todo o período da graduação me ajudaram.

E a cada momento nestes últimos anos por me fortalecerem tanto pessoalmente como profissionalmente.

Meu muito obrigada.

“Tempo é viver, é celebrar, é conhecer. Tempo é poder amar ao nosso tempo. O tempo só pode ser a mágica de fazer tudo acontecer e possibilitar que os sonhos possam florescer, leve o tempo que precisar.” (Jeniffer Harth)

## RESUMO

A madeira de *Pinus taeda* por ter se adaptado às condições climáticas, principalmente da região Sul, ganhou cada vez mais espaço, devido ao seu rápido crescimento e ter amplo emprego de sua madeira, podendo-se citar a fabricação de papel e celulose, painéis de madeira e madeira serrada, destinada tanto para o consumo interno como para a exportação. Hoje a espécie é considerada uma das principais matérias-primas no abastecimento de indústrias, principalmente para a região serrana do estado de Santa Catarina. Um dos tratamentos silviculturais mais importantes em um plantio florestal é o desbaste, que consiste em remover indivíduos de menor potencial madeireiro, aumentando o espaço útil e de aproveitamento dos recursos naturais pelos indivíduos remanescentes, com vistas ao incremento volumétrico. No entanto dependendo do estágio de crescimento em que o plantio se encontra, esse tratamento silvicultural pode influenciar de diferentes formas, com reflexo sobre a qualidade da madeira produzida. O presente estudo teve como objetivo verificar a influência do número de desbastes nas propriedades tecnológicas da madeira de *Pinus taeda* L., como subsídio para a melhoria da qualidade da madeira desta espécie. Foram amostradas árvores de dois povoamentos plantados com a espécie *Pinus taeda* L. aos 22 anos de idade, no município de Curitiba-SC. Os plantios foram implantados com o mesmo espaçamento inicial (2,5 x 2,5 m), diferenciando-se quanto ao número de intervenções de desbaste, sendo eles duas e três intervenções. Foram conduzidos estudos para caracterização da madeira das duas áreas quanto à densidade básica média e ponderada, e a variação radial da estabilidade dimensional. A densidade básica média das árvores foi de 0,395 g/cm<sup>3</sup> e 0,403 g/cm<sup>3</sup> para os sistemas com dois e três desbastes, respectivamente, não apresentando diferença estatística significativa entre si. A estabilidade dimensional também não apresentou diferença estatística entre as médias dos plantios em cada posição radial. A contração tangencial foi de 7,03% e 6,71%, sendo maior que a média da contração radial 4,26% e 4,06% e a longitudinal 0,21% e 0,34%, e contração volumétrica de 11,13% e 10,74% para os sistemas com 2 e 3 desbastes respectivamente. Foi encontrado um coeficiente de anisotropia médio de 1,72 e valores médios de coeficiente de retratibilidade volumétrica, tangencial e radial de 0,38, 0,22 e 0,15 respectivamente. Os resultados do presente estudo indicaram que para as condições de crescimento avaliadas o número de desbastes não interferiu de forma significativa nas propriedades físicas da madeira de *Pinus taeda* avaliada.

**Palavras-chave:** Coníferas. Desbaste. Densidade básica. Retratabilidade.

## ABSTRACT

*Pinus taeda* wood, adapted to the climatic conditions, mainly in the South, gained more and more space, due to its rapid growth and extensive use of its wood, such as paper and cellulose wood and lumber, intended for both domestic consumption and export. Today the species is considered one of the main raw materials in the supply of industries, mainly for the mountain region of the state of Santa Catarina. One of the most important silvicultural treatments in a forest plantation is thinning, which consists in removing individuals of lesser potential from timber, increasing the useful space and utilization of the natural resources by the remaining individuals, with a view to volumetric increase. However depending on the stage of growth in which the planting is, this silvicultural tract can influence in different ways, with reflection on the quality of the wood produced. The present study had as objective to verify the influence of the number of slabs in the technological properties of the wood of *Pinus taeda* L., as subsidy for the improvement of the wood quality of this species. Trees of two stands planted with *Pinus taeda* L. at 22 years of age were sampled in the municipality of Curitibanos-SC. The plantings were implanted with the same initial spacing (2.5 x 2.5 m), differing in the number of thinning interventions, being two and three interventions. Studies were carried out to characterize the wood of the two areas regarding the average and weighted basic density, and the radial variation of dimensional stability. The average basic density of the trees was 0.395 g / cm<sup>3</sup> and 0.403 g / cm<sup>3</sup> for the systems with two and three slabs, respectively, showing no statistically significant difference between them. The dimensional stability also did not present statistical difference between the averages of the plantations in each radial position. The tangential contraction was 7.03% and 6.71%, being greater than the mean radial contraction 4.26% and 4.06%, and longitudinal 0.21% and 0.34, and volumetric contraction of 11.13% and 10,74% for the systems with 2 and 3 slabs respectively. An average anisotropy coefficient of 1.72 and mean values of volumetric, tangential and radial coefficients of 0.38, 0.22 and 0.15 respectively were found. The results of the present study indicated that for the growth conditions evaluated the number of slabs did not significantly interfere in the physical properties of the evaluated *Pinus taeda* wood.

**Keywords:** Conifers. Thinning. Basic Density. Retratability.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1	A ESPÉCIE <i>Pinus taeda</i> L. ....	12
2.2	PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA .....	13
2.2.1	Densidade básica e retratibilidade .....	13
2.3	DESBASTES .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1	DENSIDADE BÁSICA PONDERADA .....	17
3.2	ESTABILIDADE DIMENSIONAL.....	18
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1	DENSIDADE BÁSICA PONDERADA .....	23
4.2	ESTABILIDADE DIMENSIONAL.....	24
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário brasileiro atual, com a restrição ao uso de espécies madeireiras nativas, espécies exóticas de coníferas, a exemplo do *Pinus taeda* implantado no país por volta de 1954, tem ganho cada vez mais espaço, por ser de rápido crescimento e ter amplo emprego de sua madeira, podendo-se citar a fabricação de papel e celulose, painéis de madeira e madeira serrada, destinada tanto para o consumo interno como para a exportação.

Segundo o IBÁ (2017), o plantio de *Pinus* sp. a nível nacional totaliza 1,6 milhões de hectares, sendo o *Pinus taeda* o gênero que mais se destaca em termos de área e produção, Santa Catarina o segundo estado com a maior área plantada com 545.835 hectares, sendo 34% da área total. Hoje a madeira de *Pinus taeda* é considerada uma das principais matérias-primas no abastecimento de indústrias, apresentando um grande valor econômico, principalmente para a região serrana de Santa Catarina.

De acordo com Pereira e Tomaselli (2004) dentre as práticas silviculturais, o espaçamento e os desbastes exercem efeitos importantes na qualidade da madeira, sendo que o espaço disponível para as árvores crescerem pode ter profundos efeitos nas suas propriedades em função do desenvolvimento da copa e do fuste.

O desbaste em povoamentos florestais consiste em remover indivíduos de menor potencial madeireiro, aumentando o espaço útil e de aproveitamento dos recursos naturais pelos indivíduos remanescentes, com vistas ao incremento volumétrico. No entanto dependendo do estágio de crescimento em que o plantio se encontra, esse trato silvicultural pode influenciar de diferentes formas, com reflexo sobre a qualidade da madeira produzida.

Assim, os efeitos de cada desbaste devem ser considerados individualmente e toda regra geral traz consigo um conjunto de exceções que devem ser interpretadas com prudência (LARSON, 1969 apud PEREIRA; TOMASELLI, 2004).

No caso de espécies de coníferas a presença de madeira juvenil é uma característica marcante promovendo diversas alterações nas propriedades da madeira que se mostram inferiores e variáveis em comparação com aquela apresentada pela madeira adulta cuja idade de formação é dependente das condições climáticas e de sítio de crescimento da árvore. Estudos envolvendo esta temática sugerem que as intervenções silviculturais que visam acelerar o ritmo de crescimento das árvores tal como os desbastes devem ser aplicados de forma moderada na fase juvenil, sob o risco de aumento da participação do volume de madeira juvenil no tronco e por consequência de seus efeitos indesejáveis.

Nesse sentido é importante verificar as propriedades resultantes da madeira formada de povoamentos submetidos a diferentes intensidades de desbaste, a fim de analisar o atendimento das características da matéria-prima à finalidade de uso possível na idade em que os povoamentos se encontram e dar subsídios à previsibilidade da produção.

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo Geral

Estudar a influência do número de desbastes nas propriedades físicas da madeira de *Pinus taeda* L. como subsídio para a melhoria da qualidade da madeira desta espécie nas condições de crescimento avaliadas.

### 1.1.2 Objetivo Específico

Determinar a densidade básica média e ponderada da madeira e sua variação no sentido base-topo;

Determinar a estabilidade dimensional e sua variação radial;

Determinar a massa específica básica, anidra, 12% de umidade e saturada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A ESPÉCIE *Pinus taeda* L.

O *Pinus taeda* é uma das principais espécies ocorrendo naturalmente em toda a região sudeste dos Estados Unidos da América. Segundo (KOCH, 1972 apud BARRICHELO et al. 1977) a espécie se destaca devido à grande distribuição geográfica e em sua região de origem se desenvolve desde o nível do mar até altitudes acima de 600 metros.

É uma das mais importantes espécies florestais em uso no sul do Brasil. A boa produtividade e a qualidade da madeira da espécie têm feito com que ela seja uma das mais utilizadas para plantios (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2001). Por muitos anos, teve como objetivo inicial suprir o setor de papel e celulose. Entretanto, com a crescente demanda de madeira e a forte pressão pela preservação das florestas nativas, sua produção também atende à demanda de madeira serrada e para laminação (MORO, 2005).

As diversas espécies de *Pinus* atualmente plantadas nas regiões sul e sudeste do Brasil são de introdução relativamente recente, por volta de 1954, e visavam principalmente substituir a madeira da *Araucaria angustifolia*, cujos povoamentos naturais achavam-se em rápido processo de exaustão. Os plantios de *Pinus* foram acelerados a partir de 1966/67, com a implantação da política de incentivos fiscais, sendo que somente em 1975 dos 459.000 hectares, 80 destes implantados no Estado de São Paulo, cerca de 190.000 hectares eram do gênero *Pinus* (MONTAGNA; YAMAZOC, 1978).

O potencial do gênero *Pinus* vem sendo explorado pelos investidores do meio florestal e melhorado para diversos fins, como produção de celulose de fibra longa, painéis reconstituídos, pasta de alto rendimento e madeira serrada (SHIMIZU, 2008).

A espécie possui madeira de cor clara, variando de branca à amarelada; com fibra longa, apropriada para fabricação de papel de alta resistência para embalagens e outros tipos de papéis; e rusticidade e tolerância, possibilitando o plantio em solos marginais para agricultura e, assim, agregando valor a terra com a produção adicional de madeira, formação de cobertura protetora do solo e reconstituição de ambientes propícios à recomposição espontânea da vegetação nativa em locais degradados (SHIMIZU; MEDRADO, 2006 apud JUNIOR, 2009).

A madeira de *Pinus taeda* apresenta grã reta e textura média, pode apresentar dificuldades para colagem, é de trabalhabilidade difícil com ferramentas manuais e possui alta

resistência ao arrancamento de pregos. Tem contração moderadamente alta, mas apresenta estabilidade quando a secagem é bem conduzida. A resistência do cerne à degradação é de moderada a baixa e o alburno é mais facilmente impregnável com produtos preservantes (USDA, 2008 apud XAVIER, 2009).

## 2.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

### 2.2.1 Densidade básica e retratibilidade

De acordo com Gonçalves et al. (2009) a intensificação no uso da madeira como matéria prima para fins industriais e construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam elas físicas ou mecânicas. Dias e Lahr (2004) afirmam que o conhecimento destas propriedades possibilitam um uso mais racional da madeira.

Dentre as várias propriedades, a densidade merece destaque, sendo considerada a mais importante para avaliação da qualidade da madeira (BOWYER et al., 2007 apud TRIANOSKI et al. 2013), pois proporciona inúmeras informações sobre as suas características e sua relação com as demais propriedades (PINHEIRO, 1999).

Existem alguns fatores que influenciam a adequação da madeira para diversos fins, sendo eles a densidade, uniformidade de anéis de crescimento, porcentagem de cerne e alburno, comprimento de fibra, inclinação da grã, presença de madeira juvenil e lenho de reação, composição celular, presença de nós, e composição química (CHIES, 2005).

Os fatores acima mencionados são influenciados pelas condições de temperatura, composição e umidade do solo no local de crescimento da árvore, densidade e tipo de manejo aplicado ao povoamento, incidência de chuvas e a posição da árvore no talhão, que podem provocar diferenças significativas na madeira formada até mesmo em árvores da mesma espécie (CALIL JUNIOR et al., 2000 apud MOTTA, 2011).

Mitchel (1958) determina que a densidade da madeira é o mais simples e útil índice para avaliação da qualidade da madeira, sendo a mesma altamente correlacionada com a produção de polpa, assim como, com as propriedades mecânicas da madeira. O referido autor também relata que a densidade da madeira é influenciada pelo ritmo de crescimento das árvores, pela qualidade do solo e condições ambientais.

Um dos fatores que exerce considerável influência na densidade e sua variabilidade é o percentual de lenho tardio/inicial, que está relacionado ao crescimento da árvore de acordo com o período vegetativo anual. Em períodos de intensa atividade fisiológica, o crescimento é

acentuado, formando células de lúmens grandes e paredes celulares finas, que dão origem ao lenho inicial. Com a aproximação do fim do período vegetativo, as células vão diminuindo gradativamente sua atividade fisiológica e, em consequência, as paredes das células vão se tornando gradualmente mais espessas e os lúmens menores, dando origem ao lenho tardio (BURGER; RICHTER, 1991). Assim, quanto maior for o percentual de lenho tardio, maior será a densidade de uma dada seção ou mesmo da árvore toda.

Klock (2000) acrescenta que a variação do percentual de lenho tardio é coincidente com a da densidade, tanto no sentido transversal como no sentido longitudinal da árvore, diminuindo com a altura e aumentando no sentido medula-casca, cuja relação, para espécies do gênero *Pinus*, é ainda mais acentuada.

Sabe-se também que a retratibilidade total da madeira aumenta com sua densidade, sendo importante relacionar essas duas propriedades (POTULSKI, 2010). Segundo Tsoumis (1991), Vital e Trugilho (1997) e Rocha (2000), a magnitude da variação dimensional é normalmente maior na madeira de maior densidade devido à maior quantidade de madeira por unidade de volume; além disso, madeiras de maior densidade para um mesmo teor de umidade contêm mais água na parede celular. Moreira (1999), em estudo com madeiras de várias espécies, verificou que a contração radial e volumétrica aumentou no sentido medula-casca, como um reflexo do incremento da densidade.

Segundo o IPT (1985) a retratibilidade é a variação dimensional da madeira e ocorre quando há alteração no teor de umidade da mesma, sendo que as variações nas dimensões das peças de madeira começam a ocorrer quando esta perde ou ganha umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF). O termo retratibilidade volumétrica total refere à perda total de água desde a amostra totalmente saturada até secagem completa em estufa a  $103 \pm 5$  °C (REZENDE et al., 1988).

A contração e o inchamento, em última análise, correspondem às alterações na quantidade de água de impregnação, isto é, a secagem ou o ganho de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (cerca de 28% de teor de umidade em base seca). A maior alteração dimensional da madeira se manifesta no sentido tangencial aos anéis de crescimento, seguida pela dimensão radial, sendo praticamente desprezível no sentido longitudinal (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

Segundo Durlo e Marchiori (1992), o mais importante índice para se avaliar a estabilidade dimensional da madeira é o coeficiente ou fator anisotrópico, definido pela relação entre as contrações tangencial e radial (T/R), sendo um parâmetro de avaliação da

qualidade da madeira que considera sua variação dimensional. Na Tabela 1 consta a relação deste coeficiente de anisotropia com a qualidade e a utilização da madeira.

Tabela 1 – Coeficiente de anisotropia, qualidade e uso da madeira.

Coeficiente de Anisotropia	Qualidade de Madeira	Utilização indicada
1,2 a 1,5	Excelente	Móveis finos, esquadrias, barcos, aparelhos musicais, aparelhos de esporte e etc.
1,5 e 2,0	Normal	Estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos.
Acima de 2,0	Ruim	Construção civil (observadas as características mecânicas), carvão, lenha e etc.

Fonte: (NOCK et al., 1975)

### 2.3 DESBASTE

De acordo com Schneider et al. (1994) desbaste é uma prática silvicultural que é aplicada para proporcionar aumento do espaço disponível para cada árvore, e desenvolvimento equilibrado da copa e sistema radicular.

Já para Silva e Angeli (2006) o desbaste é uma atividade que visa aumentar o volume das árvores remanescentes, já que as mesmas sofrerão menos com a competição pelos recursos, podendo ser do tipo seletivo ou sistemático. O desbaste sistemático caracteriza-se pela remoção das árvores sem avaliá-las, por exemplo, retirar uma a cada cinco linhas de plantio, independente do estado das árvores. Em povoamentos não homogêneos ocorre a perda de indivíduos superiores, porém essa modalidade é mais simples e barata. Para se fazer o desbaste seletivo é necessária uma prévia avaliação, com a finalidade de escolher as árvores mais adequadas à finalidade da produção. O sistema de desbaste mais usual é o seletivo por baixo, que corresponde à retirada das árvores inferiores, tal procedimento demanda mais trabalho, por consequência, maior custo, porém é o que apresenta melhores resultados na produção e na qualidade da madeira (SILVA; ANGELI, 2006).

A intervenção nos povoamentos através dos desbastes contribui, sob o ponto de vista biológico, para pôr à disposição das árvores remanescentes ao desbaste, potencialidades de crescimento antes atribuídas também às árvores removidas, e isto traduz em mais espaço

aéreo para o desenvolvimento das copas, maior superfície de produção fotossintética para um menor número de indivíduos; e também maiores disponibilidades de nutrientes minerais e água (MONTEIRO ALVES, 1982).

Assmann (1970) apud Schneider et al. (1991) ao analisar a reação do crescimento de povoamentos equiâneos desbastados, percebeu que as árvores remanescentes aumentavam rapidamente seu incremento em função do melhor aproveitamento dos fatores ambientais. A esse efeito ele deu o nome de “Efeito de Aceleração de Crescimento”. Desbastes realizados na fase juvenil, antes do ponto de inflexão da curva de crescimento e produção em área transversal, tendem a elevar as taxas de crescimento anual.

Segundo Malan (1995) a prática de desbaste causa efeito no desenvolvimento da copa e na taxa de crescimento das árvores, podendo causar alteração significativa na formação da madeira. Isso pode resultar em aumento da área de madeira juvenil, produzindo madeira de baixa densidade e fibras curtas, além de alta retração longitudinal da madeira em secagem e do alto teor relativo de lignina.

Assmann (1970) apud Schneider et al. (1991) afirma que as áreas manejadas com desbastes pesados produzem menor volume total que as com desbastes leves. No mesmo sentido, Reinstorf (1970), estudando a influência da densidade populacional no crescimento de *Pinus elliottii*, constatou que a produção foi maior em povoamentos de alta densidade quando comparada com povoamentos de menor densidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta da madeira utilizada no presente estudo foi realizada em plantios comerciais da empresa Ciarnoski Agroflorestal e Cartonagem, localizada no município de Curitiba, SC. Foram amostradas 3 árvores de *Pinus taeda* L. de dois plantios comerciais com 22 anos de idade, num total de 6 indivíduos, plantadas em um espaçamento inicial de 2,5 x 2,5 metros. Os plantios diferenciavam-se quanto ao número de desbastes conduzidos na área, tendo sido numa área conduzidos dois desbastes (aos 8 anos e 15 anos), e na outra área 3 desbastes (aos 8 anos, 15 anos e 19 anos). Os plantios estão distantes entre si cerca de 10 metros.

As árvores amostradas possuíam 34,0 cm de diâmetro (DAP) e 19,8 metros de altura comercial e 37,0 cm de diâmetro (DAP) e 18,2 metros de altura comercial, para a área de 2 e 3 desbastes, respectivamente. O critério de seleção das árvores foi de acordo com a média diamétrica representativa dos plantios, estes dados foram retirados de inventário florestal realizados anteriormente.

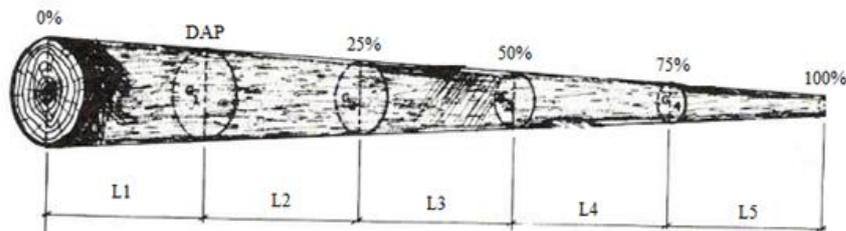
Em ambos os sistemas foram plantadas 1600 árvores por hectare, após os desbastes permaneceram 470 árvores com volume de 409,67 m<sup>3</sup> por hectare e 340 árvores com volume 332,83 m<sup>3</sup> por hectare para os sistemas com dois e três desbastes respectivamente.

A área de estabelecimento dos plantios possui um solo classificado como Cambissolo, e relevo suavemente ondulado. Segundo Koeppen, o clima da região é do tipo Cfb, Clima temperado com verão ameno, temperatura média anual de aproximadamente 16°C, com precipitação média anual de 1600 mm e altitude de 960 metros.

#### 3.1 DENSIDADE BÁSICA PONDERADA

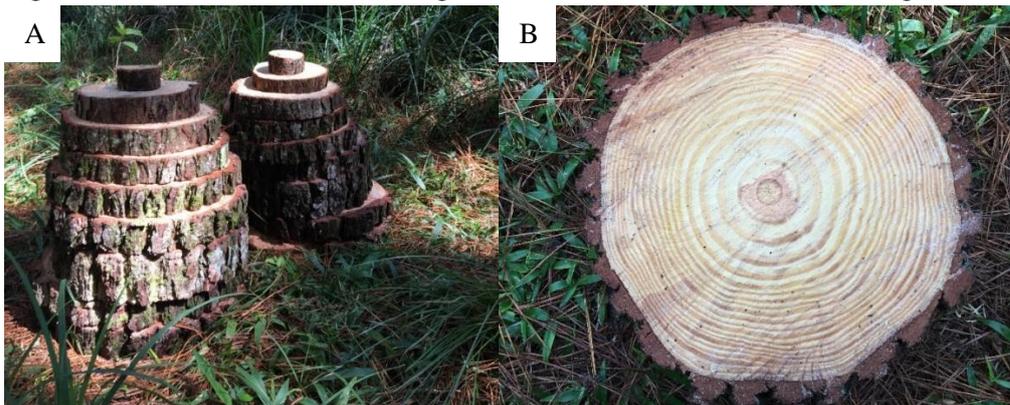
Para esta determinação o procedimento de amostragem foi realizado conforme a metodologia de Vital (1984). As árvores foram cortadas rente ao solo com auxílio de motosserra e de cada árvore foram extraídos 6 discos de aproximadamente 3 cm de espessura, nas posições correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, considerada como a posição do tronco referente ao diâmetro mínimo de 8 cm na ponta fina, e um disco adicional na posição do DAP (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Esquema de amostragem dos discos.



Fonte: Pedrosa et al. (2013)

Figura 2 – Discos amostrados ao longo das árvores (A) Disco extraído da região da base (B).



Fonte: O autor (2018).

Os discos foram identificados e armazenados em sacos plásticos até transporte ao Laboratório de Recursos Florestais, da Universidade Federal de Santa Catarina, onde se deu a condução das demais etapas do estudo.

De cada disco foi determinada a circunferência com fita métrica e estimada a espessura da casca para posterior determinação do diâmetro sem casca para ponderação dos valores de densidade básica da madeira em função do volume dos toretes entre as posições de amostragem dos discos. Em seguida foram confeccionadas duas cunhas de cada disco, evitando amostrar regiões com inclusão de nós, conforme a figura 3, que foram mantidos imersos em água por uma semana e posteriormente tiveram o volume verde ou saturado ( $V_v$ ) determinado pelo método da balança hidrostática.

Para a determinação do peso seco, as cunhas foram postas para secar em estufa à temperatura de  $103^\circ \pm 2^\circ\text{C}$  até massa constante para determinação da massa seca ( $M_s$ ) em balança de precisão.

Para a determinação da densidade básica foi utilizada a equação 1.

$$Db = \frac{M_s (g)}{V_v (cm^3)} \quad (1)$$

Em que: Ms = Massa seca, g; Vv = Volume verde ou saturado, cm<sup>3</sup>; Db = Densidade básica, g/cm<sup>3</sup>.

Figura 3 – Cunhas amostradas dos discos.



Fonte: O autor (2018).

A partir do cálculo da densidade básica dos discos, obtidos pela média aritmética da densidade básica das cunhas, e do volume de madeira do torete gerado pela extração dos discos dos extremos foi determinada a densidade básica ponderada (Equação 2).

$$Dbp = \frac{(Dp \text{ madeira tor1} * V \text{ madeira tor1 (s/c)} + \dots + (Dp \text{ madeira tor5} * V \text{ madeira tor5 (s/c)})}{(\text{Volume de madeira da árvore s/c})} \quad (2)$$

Em que: Dbp = Densidade básica ponderada, g/cm<sup>3</sup>.

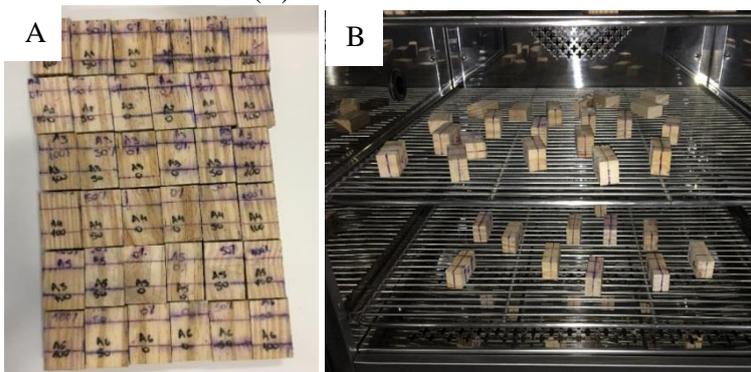
### 3.2 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Para esta determinação foram utilizados discos adicionais extraídos da região do DAP (1,30 m da base) com 8,0 cm de espessura, os quais confeccionaram-se corpos de prova de dimensão 3,0 x 2,0 x 5,0 cm (tangencial x radial x longitudinal) nas posições correspondentes a 0%, 50% e 100% da distância radial. Os corpos de prova foram dimensionados levando em consideração a norma brasileira NBR 7190 (1997).

Os corpos de prova tiveram os sentidos anatômicos delimitados para determinação da contração (Figura 4A). Na sequência as amostras ficaram submersas em água à temperatura ambiente para saturação completa da parede celular por aproximadamente 30 dias e então pesadas em balança semi-analítica com precisão de 0,01 g e mensurados os sentidos anatômicos com auxílio de paquímetro digital.

Após as amostras foram condicionadas em câmara climática à temperatura de 20°C e umidade relativa de 65% (Figura 4B) até massa constante a fim de atingir a umidade de equilíbrio de aproximadamente 12% e em seguida repetida as mesmas avaliações. Após o material foi posto para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , realizando-se após massa constante, nova pesagem e mensuração dos sentidos anatômicos.

Figura 4 – Corpos de prova com os sentidos anatômicos delimitados (A) e condicionados em câmara climática (B).



Fonte: O autor (2018).

De posse das informações foi determinada a contração ( $\beta$ ) total para os sentidos anatômicos, longitudinal (L), radial (R) e tangencial (T), segundo a equação 3.

$$\beta_{L, R, T} (\%) = \frac{D_v - D_u}{D_v} \times 100 \quad (3)$$

Em que:  $\beta_{L, R, T}$  = Contração total, em %;  $D_v$  = Dimensão linear na condição de volume verde ou saturado, em cm;  $D_u$  = Dimensão linear na condição anidra, em cm.

Para a determinação da contração volumétrica total, foi utilizada a equação 4.

$$\beta_v (\%) = \frac{V_u - V_o}{V_u} \times 100 \quad (4)$$

Em que:  $\beta_v$  = Contração volumétrica, em %;  $V_v$  = Volume verde ou saturado máximo, em  $\text{cm}^3$ ;  $V_u$  = Volume na condição anidra, em  $\text{cm}^3$ .

Com os valores obtidos para densidade anidra ( $Db_0$ ) após secagem em estufa, e do volume saturado da amostra ( $V_v$ ), após período de imersão em água, e da densidade a 12% de umidade ( $Db_{12\%}$ ) e volume ( $V_{12}$ ) do material após período de condicionamento em câmara climática foi possível determinar a densidade aparente a 12% de umidade, segundo a equação 5.

$$Db_{12\%} = \frac{M_{12\%}(g)}{V_{12\%}(cm^3)} \quad (5)$$

Em que:  $Db_{12\%}$  = Densidade a 12% de umidade,  $g/cm^3$ .

Para determinação da densidade anidra e da densidade verde ou saturada foram utilizadas as equações 6 e 7, respectivamente.

$$Db_{0\%} = \frac{M_0(g)}{V_0(cm^3)} \quad (6)$$

Em que:  $Db_{0\%}$  = Densidade anidra,  $g/cm^3$ .

$$Db_v = \frac{M_v(g)}{V_v(cm^3)} \quad (7)$$

Em que:  $Db_v$  = Densidade verde ou saturada,  $g/cm^3$ .

Foi determinado também o coeficiente de retratibilidade para a contração, segundo a equação 8, da mesma forma que utilizado por Batista et al. (2010) e o coeficiente de anisotropia para a contração total (Equação 9).

O cálculo do coeficiente de retratibilidade foi conduzido para cada sentido anatômico e também volumétrico. Os valores de dimensão linear e massa a 12% de umidade se referem à madeira após equilíbrio higroscópico com as condições de climatização em câmara operando a 20°C e 65% de umidade relativa.

$$QB = \frac{(D_{12\%} - D_{0\%}) \times M_{0\%}}{(M_{12\%} - D_{0\%}) \times M_{12\%}} \quad (8)$$

Em que:  $Q\beta$  = coeficiente de retratibilidade para a contração, em uma dada direção estrutural (%/);  $D12\%$  = dimensão a 12% de umidade, em uma dada direção estrutural (cm);  $D0\%$  = dimensão a 0% de umidade, em uma dada direção estrutural (cm);  $M12\%$  = massa a 12% de umidade (g);  $M0\%$  = massa seca a 0% de umidade.

O coeficiente de anisotropia total para a contração foi calculado pela Equação 9.

$$Ca = \frac{\beta T}{\beta R} \quad (9)$$

Em que:  $CA$  = Coeficiente de anisotropia para a contração;  $\beta T$  = contração tangencial total(%);  $\beta R$  = contração radial total(%).

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

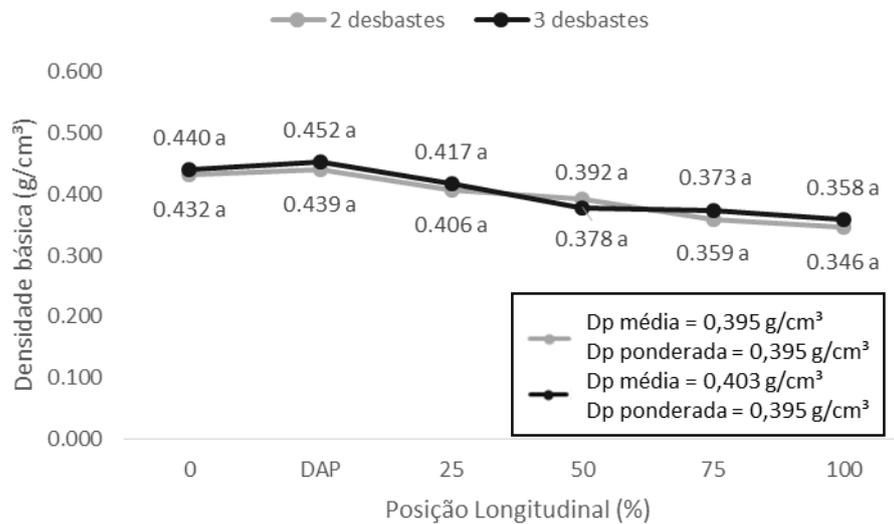
As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software RStudio e aplicado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial com dois fatores, sendo os plantios avaliados com 2 níveis (2 e 3 desbastes) e a posição radial com 3 níveis (0%, 50% e 100%). Os dados da densidade básica e da retratibilidade nas suas respectivas posições radiais foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% probabilidade. Para o teste de normalidade dos resíduos foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 DENSIDADE BÁSICA PONDERADA

Na figura 5 constam os valores médios da densidade ponderada e da densidade básica obtida pela média aritmética de cada posição longitudinal, encontradas para o sistema com 2 e 3 desbastes.

Figura 5 – Variação longitudinal da densidade básica e sua média e ponderação para as duas áreas.



Fonte: O autor (2018).

De acordo com as análises estatísticas realizadas, as médias seguidas pela mesma letra minúscula não variam entre a mesma posição dos plantios. Observa-se que a densidade básica e ponderada do sistema com dois desbastes foi a mesma e para a densidade básica e ponderada do sistema com três desbastes o valor foi superior para a densidade básica. A diferença entre os valores médios de densidade básica e ponderada para o plantio com 3 desbastes pode ser atribuído ao maior volume das árvores avaliadas.

Os resultados de densidade básica média são semelhantes aos analisados por Chies (2005), para *Pinus taeda* com 21 anos de idade e mesmo espaçamento, em que a densidade básica foi de 0,42 g/cm<sup>3</sup> e por Melchiorretto e Eleotério (2003) com *Pinus taeda* de 25 anos de idade e densidade de 0,37 g/cm<sup>3</sup>.

Observa-se que de maneira geral para ambos os plantios ocorreu uma tendência de redução da densidade básica no sentido axial da árvore, com tendência de valores sempre superiores para a madeira do plantio com 3 desbastes, com exceção da posição 50%.

É possível verificar que na posição longitudinal relativa a 75%, a madeira proveniente do plantio com 3 desbastes apresentou um aumento na densidade quando comparada com a posição 50%. Uma possível explicação para esse aumento está relacionada com a copa da árvore, já que, na região de inserção dos galhos, apresenta alterações na constituição anatômica da madeira, induzindo o aumento da densidade básica (PALERMO et al., 2003). Aumento da densidade nessa posição do tronco em *Pinus* sp. também foi verificado por outros pesquisadores (AMARAL et al., 1977; KLOCK, 1989; VICENTE et al., 2005).

Porém autores como Kollmann e Coté (1968) apud Rezende et al. (1995), sustentam que a posição no tronco tem um considerável efeito na densidade da madeira e, geralmente a base tem madeira de maior densidade que a parte superior. Especificamente para *Pinus* spp., as variações em densidade no sentido longitudinal da árvore podem ser acentuadas a ponto de determinar diferentes classes de qualidade apenas em função da posição de origem da peça de madeira.

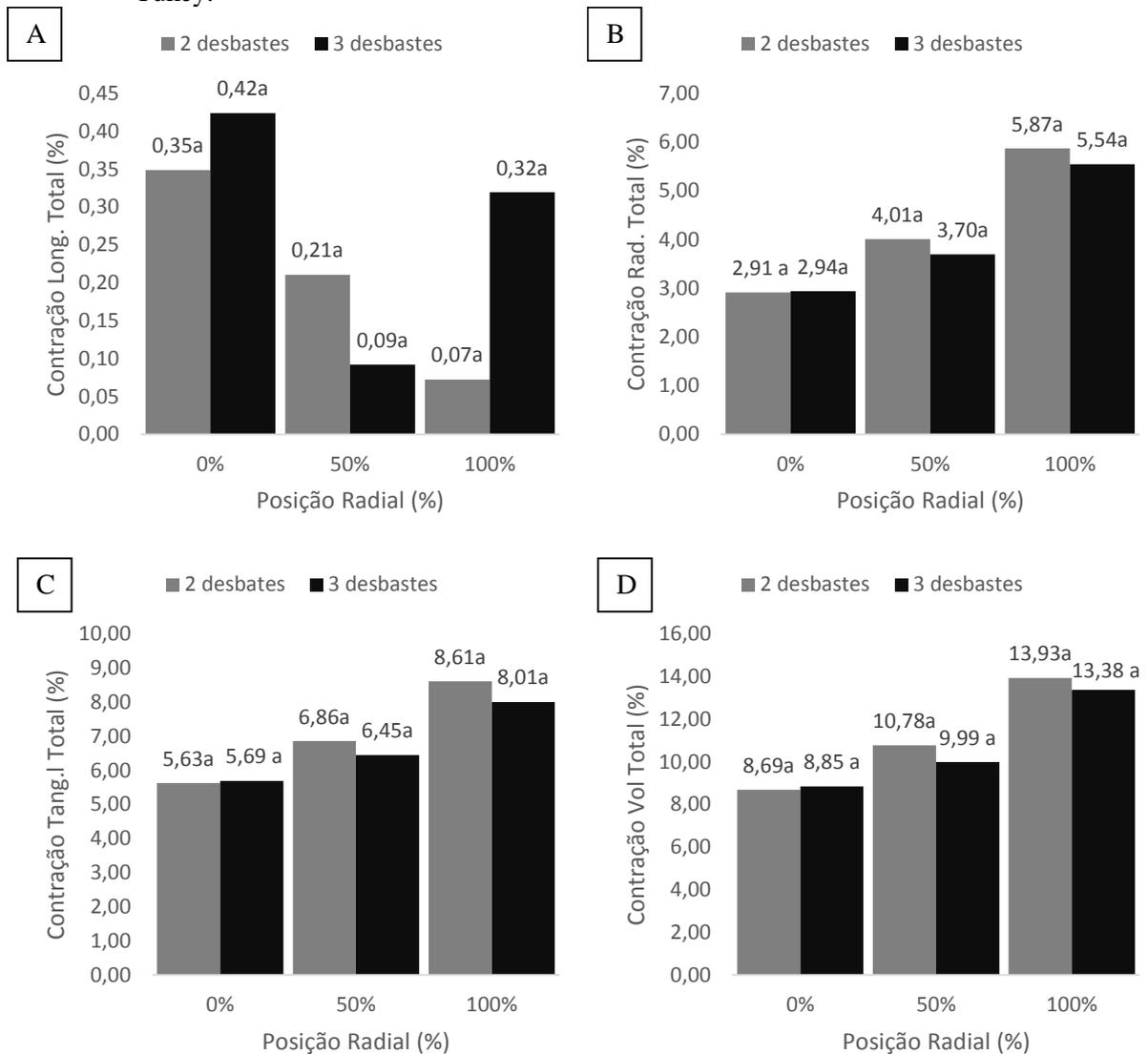
Autores como Panshin e Zeeuw (1980) apud Potulski (2010), verificaram em madeiras de coníferas, que a proporção de lenho tardio e a espessura da parede das células que o compõem exercem influência na densidade básica, isso porque o lenho tardio apresenta fibras de paredes mais espessas quando comparadas as do lenho inicial.

Pode-se verificar pelos resultados apresentados na figura 5, que para ambos os plantios a madeira das árvores são classificadas como de baixa densidade, segundo a classificação mencionada por Melo et al. (1990), que estabelecem o valor de até 0,50 g/cm<sup>3</sup> para essa classe.

#### 4.2 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Os resultados encontrados para a estabilidade dimensional da madeira de *Pinus taeda* estão ilustrados na figura 6.

Figura 6 – Variação radial das percentagens de contração total. (A) Contração Longitudinal; (B) Contração Radial; (C) Contração Tangencial; (D) Contração Volumétrica. Médias seguidas pela mesma letra para um mesmo plantio não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.



Fonte: O autor (2018).

Verifica-se na figura 6 que não houve diferença significativa para as características de contração total nos sentidos longitudinal, radial, tangencial e volumétrico entre as posições radiais avaliadas próximas a medula (0%), porção intermediária (50%) e casca (100%) dentro de cada um dos plantios avaliados.

É possível observar que com exceção da contração longitudinal a madeira na posição 100% apresentou os maiores resultados de contração total em todas as posições radiais. Este resultado é semelhante ao encontrado por Lara Palma e Ballarin (2003), em que as contrações médias da madeira adulta, portanto mais próxima à periferia do tronco, foi maior se comparada com a madeira juvenil, mais próxima a medula. Os mesmos autores afirmaram que

a madeira juvenil, em função dos traqueídes curtos e das paredes finas, tem ângulo fibrilar maior que o da madeira adulta.

Tomaselli (1980) e Klock (1989), também indicam a tendência das contrações volumétrica, tangencial e radial se elevarem na madeira adulta, enquanto acontece o contrário para a contração longitudinal e para o coeficiente de anisotropia.

De acordo com Meylan (1968); Meylan (1972); McMillin (1973); Pearson e Gilmore (1980); Krahmer (1986); Wheeler (1983) e Ying et al. (1994) apud Lara Palma e Ballarin (2003), a madeira juvenil, devido aos traqueídes curtos e parede fina, tem o ângulo fibrilar (especialmente na camada S2) maior que o da madeira adulta. A contração longitudinal é desprezível quando o ângulo fibrilar é menor que 25° ou 30°, e aumenta fortemente com o crescimento deste ângulo, podendo resultar em uma contração longitudinal de até 9% ou mais em relação à madeira adulta.

Embora não se tenha realizado a análise anatômica para a definição da formação da madeira juvenil na idade de 22 anos, possivelmente a mesma já esteja presente nos troncos. Lara Palma e Ballarin (2003) em estudo morfológico com a madeira de árvores de *Pinus taeda* encontraram que, para esta espécie nas condições de crescimento avaliadas, a madeira adulta teve início de sua formação a partir do 18° ano.

Observa-se uma maior diferença entre as contrações nos sentidos medula-casca entre a madeira com dois sistemas de desbastes principalmente nas porcentagens entre a madeira na posição intermediária (50%) e da casca (100%), em que o sistema com dois desbastes apresentou valores maiores de contrações totais. Pode-se atribuir esta diferença ao fato de que o desbaste adicional aplicado ao povoamento de 3 desbastes promoveu influência sobre o câmbio vascular quando estava havendo a formação dessa porção de madeira no fuste.

É possível observar que a média da contração tangencial (7,03% e 6,71%) para o sistema com 2 e 3 desbastes, respectivamente, é maior que a média da contração radial (4,26% e 4,06%), estando assim em concordância com a literatura, em que a contração tangencial é sempre maior que a radial, podendo atingir até o dobro dos valores encontrados na contração radial (REMADE, 2001), enquanto que a média da contração volumétrica apresentou valores iguais a 11,13% e 10,74%, representando assim a contração total que ocorreu após a variação higroscópica.

Para as contrações longitudinais os valores não ultrapassaram 0,45%, sendo coerentes com os encontrados na literatura para *Pinus* sp. Para Durlo (1992) de maneira geral a madeira contrai-se e incha muito pouco no sentido longitudinal, cujos valores situam-se entre 0,05% e 1,0%. Segundo a Remade (2001), valores mais elevados podem ser esperados quando se

encontra madeira anormal, com lenho de reação, lenho juvenil e de grã reversa. Tais alterações na contração são devidas ao ângulo microfibrilar que aumenta proporcionalmente aos seus valores.

Para Tsoumis (1991), Vital e Trugilho (1997) e Rocha (2000), a magnitude das variações dimensionais da madeira é normalmente maior para espécies de elevada densidade, em função da maior quantidade de madeira por unidade de volume. Além disso, madeiras de maior densidade, para um mesmo teor de umidade, contêm mais água na parede celular, contribuindo para tais variações dimensionais.

As médias dos valores na direção medula-casca encontrados para estabilidade dimensional da madeira e massa específica verde, anidra, aparente a 12% de umidade e básica da espécie de *Pinus taeda* dos plantios avaliados podem ser analisadas na Tabela 2, assim como a comparação com os resultados de estudos com a mesma espécie disponíveis na literatura.

Tabela 2 – Valores médios das contrações totais e densidades para a madeira de *Pinus taeda* avaliada e valores disponíveis na literatura com a mesma espécie.

Espécie	Ida de	$\beta$ Long. (%)	$\beta$ Tang (%)	$\beta$ Rad. (%)	$\beta$ Vol. (%)	Dv (g/cm <sup>3</sup> )	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Db (g/cm <sup>3</sup> )	D12% (g/cm <sup>3</sup> )
<i>P. taeda</i> *	22	0,21	7,03	4,26	11,13	1,024	0,463	0,409	0,490
<i>P. taeda</i> **	22	0,34	6,71	4,06	10,74	1,055	0,476	0,423	0,512
<i>P. taeda</i> <sup>2</sup>	18	-	6,44	3,38	10,64	0,960	0,502	0,415	0,502
<i>P. taeda</i> <sup>3</sup>	21	0,18	6,89	3,55	10,36	-	-	0,428	0,450
<i>P. taeda</i> <sup>4</sup>	11	0,23	6,77	3,85	10,56	-	-	-	0,420

Fonte: \*Presente estudo (2 desbastes); \*\*Presente estudo (3 desbastes); <sup>2</sup>Trianoski et al. (2013); <sup>3</sup>Chies (2005); <sup>4</sup>Potulski (2010).

Legenda:  $\beta$ Tang: Contração tangencial;  $\beta$ Rad: Contração radial;  $\beta$ Vol: Contração volumétrica; Dv: Densidade verde; Da: Densidade aparente a 0% de umidade; Db: Densidade básica; D 12%: Densidade aparente a 12% de umidade.

Observa-se que os valores encontrados são similares aos já descritos na literatura com a mesma espécie, sendo no presente estudo encontrados valores superiores de retratibilidade em função da idade e densidade dos indivíduos avaliados, embora outros fatores possam influenciar nesse comportamento.

Para autores como Speltz (2000), a densidade inicial, o espaçamento, o desbaste, a poda são fatores que influenciam as propriedades físicas da madeira, sendo eles determinantes para a classificação de um sítio e para a qualidade do produto final.

Em relação a densidade verde entre os plantios avaliados observou-se valores de 1,024 e 1,055 g/cm<sup>3</sup> para os plantios de 2 e 3 desbastes, respectivamente, enquanto para a densidade

anidra (0,463 e 0,473 g/cm<sup>3</sup>) e a básica (0,409 e 0,423 g/cm<sup>3</sup>), portanto valores sempre superiores no plantio de foi submetido a 3 desbastes.

A densidade da madeira está intimamente ligada com a sua umidade, por causa das variações de massa e volume. Consequentemente as propriedades de retratibilidade da madeira estão fortemente relacionadas com a sua massa específica. De maneira que, estas propriedades irão aumentar praticamente de forma linear com o aumento da densidade. (KOLLMAN; COTÊ, 1968 apud REZENDE et al., 1995).

Na tabela 3 constam os valores médios do coeficiente de retratibilidade volumétrica, tangencial, radial, longitudinal e o coeficiente de anisotropia para cada um dos plantios avaliados, bem como as mesmas informações disponíveis na literatura. da mesma espécie.

Tabela 3 – Valores médios dos coeficientes de retratibilidade e de anisotropia

Espécie	Idade	Coeficiente de Retratibilidade				
		V	T	R	L	CA
<i>P. taeda</i> *	22	0,38	0,22	0,15	0,02	1,72
<i>P. taeda</i> **	22	0,39	0,23	0,15	0,02	1,73
<i>P. taeda</i> <sup>1</sup>	18	0,44	0,25	0,15	-	2,20
<i>P. taeda</i> <sup>2</sup>	21	0,43	0,27	0,14	-	2,04
<i>P. taeda</i> <sup>3</sup>	11	0,40	0,24	0,15	-	

Fonte: \*Presente estudo (2 desbastes); \*\*Presente estudo (3 desbastes); <sup>1</sup>Trianoski et al. (2013); <sup>2</sup>Chies (2005); Potulski (2010).

Legenda: V: Volumétrica; T: Tangencial; R: Radial; L: Longitudinal; CA: Coeficiente de Anisotropia;

Observa-se que os valores médios gerais dos coeficientes de retratibilidade para a madeira dos dois plantios avaliados foram praticamente os mesmos e também são semelhantes aos listados na literatura para a mesma espécie, com ressalva para os valores inferiores obtidos para os coeficientes tangencial e volumétrico.

Para Batista et al. (2010) o coeficiente de retratibilidade expressa a variação dimensional (em %) para cada 1% de variação de umidade. Como na prática, a madeira não é seca a 0% de umidade, o conhecimento do coeficiente retratibilidade torna-se importante, em relação às contrações máximas, para o cálculo da redução de volume da madeira por contração de um determinado teor superior de umidade até outro inferior.

Os coeficientes de anisotropia encontrados foram 1,72 e 1,73 para os sistemas com 2 e 3 desbastes, sendo inferiores aos comparados com a literatura o que denota a melhor qualidade da madeira avaliada. Este coeficiente é um dos índices mais importantes para se avaliar a deformação da madeira. Segundo Durlo e Marchiori (1992) a utilização da madeira para produtos finais de alta estabilidade requer um fator anisotrópico baixo. Uma anisotropia

de contração igual a 1 representa uma alteração igual de dimensões nos sentidos radial e tangencial, situação considerada ideal e que não provocaria formação de tensões internas. Quanto maiores forem os desvios nesses dois sentidos, mais alta seria a anisotropia de contração e maiores serão os danos na madeira na fase de secagem. Com base na classificação estipulada pelos mesmos autores a madeira do presente estudo pode ser enquadrada como normal, podendo ter usos como: estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no estudo das propriedades tecnológicas da madeira de *Pinus taeda* L. é possível concluir que:

- As densidades básica média e ponderada da espécie permitem classificá-la como madeira de baixa densidade;
- A densidade básica média em ambos os sistemas de desbaste apresentou uma tendência de redução no sentido axial da árvore;
- A espécie apresentou uma tendência de aumento nos valores da estabilidade dimensional da madeira próxima a casca em relação a madeira próxima a medula, embora não tenha sido verificada diferenças estatísticas entre os valores observados.
- O coeficiente de anisotropia da espécie foi classificado como normal (1,72), sendo indicada para usos como: estantes, mesas, armários, enfim usos que permitam pequenos empenamentos.
- É possível afirmar através dos resultados apresentados que não houve interferência do desbaste sobre a densidade básica e a estabilidade dimensional da madeira.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. C.; FERREIRA, M.; COUTO, H.T.Z. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de *Pinus tropicais*. **IPEF**, Piracicaba, n.15, p.47-67, 1977.
- BALLARIN, A. W.; LARA PALMA, H. A. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.371- 380, mai. 2003.
- BARRICHELO, L. E. G.; KAGEYAMA, P. Y.; SPELTZ, R. M. et al. Estudos de procedência de *Pinus taeda* visando seu aproveitamento industrial. **IPEF**, São Paulo, n.15, p.1-14, 1977.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out-dez, 2010.
- CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- DIAS, F.M.; LAHR, F.A.R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p. 102-113, jun. 2004.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF, 1992. 33 p. (Série Técnica, 10)
- GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; LUCIA, R. M. D.; et al. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 501-509, mar. 2009.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2016**. Brasília, 2016. 100 p. Disponível em: < [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- JUNIOR, M. Y. **Avaliação biométrica e econômica de plantios de *Pinus taeda* L.** em Santa Catarina. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*** Barr e Golf. 1989. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- LARA PALMA, H. A.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestali**, Piracicaba, n. 64, p. 13-22, dez. 2003.
- NOCK, H. P.; RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Rural, Universidade Federal do Paraná, 1975. 216 p.

- MALAN, F. S. Eucalypts improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA A SERRARIA, 1, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. 19p.
- MELCHIORETTO, D.; ELEOTÉRIO, J.R. Caracterização, classificação e comparação da madeira de *Pinus patula*, *P. elliottii* e *P. taeda* através de suas propriedades físicas e mecânicas. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 18., 2003, Blumenau. **Anais...** Blumenau: FURB, 2003. 5p.
- MELO, J. E. de; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. Silvicultura. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, FLORESTAS E MEIO AMBIENTE: CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO, PATRIMÔNIO SOCIAL. 6., 1992. São Paulo. **Anais...** Campos do Jordão: Edição dos Anais do Congresso Florestal Brasileiro, , 1992. p. 695-699.
- MITCHELL, H. L. Wood quality evaluation from increment cores. **Tappi Journal**, Atlanta, v. 41, n. 4, p. 150-156, 1958.
- MONTAGNA, R.G., YAMAZOC, G. Utilização da madeira de pequenas dimensões. **Silvicultura**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 178- 179, jun. 1978.
- MONTEIRO ALVES, A. A. **Técnicas de produção florestal: fundamentos, tipificação e métodos**. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica. 1982. 331 p.
- MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 119 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- MORO, L. **Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* baseada em volume estimado pelo sistema SISPINUS**. 2005. 130 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- MOTTA, J. P. **Propriedades tecnológicas da madeira de *Tectona grandis* L.f. proveniente do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre -ES, 2011.
- OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.381-385, 2003.
- PALERMO, G.P.M. et al. Análise da massa específica da madeira de *Pinus elliotti* Engelm. por meio de radiação gama de acordo com as direções estruturais (longitudinal e radial) e a idade decrescimento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.10, n.2, p.47-57, 2003.
- PALUDZYSZYN FILHO, E.; MORA, A. L.; MAESTRI, R. Interação de genótipo de *Pinus taeda* L. com locais no Sudeste do Brasil. **Revista Cerne**, Lavras, v.7, n. 01. p. 90-100, 2001.
- PEDROSA, T. D.; MASCARENHAS, A. R. P.; MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M. Estimativa da biomassa em um plantio de *Eucalyptus grandis* na região Centro-Oeste. **Scientia Plena**, Aracaju, v.9, n. 5, p.1-7, mai. 2013.

PEREIRA, J. C. D.; TOMASELLI, I. A influência do desbaste na qualidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 9, p. 61-81, jul./dez. 2004.

PINHEIRO, A. L. Considerações sobre taxonomia, filogenia, ecologia, genética, melhoramento florestal e a fertilização mineral e seus reflexos na anatomia e qualidade da madeira. **SIF**, Viçosa, p. 144, 1999.

POTULSKI, D. C; **Densidade e retratibilidade da madeira juvenil *Pinus maximinoi* H. E. Moore e *Pinus taeda* L.** 2010. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

REVISTA DA MADEIRA. **A retratibilidade da madeira.** 2001. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=26&subject](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=26&subject)>. Acesso em: 10 jun. 2018.

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

REZENDE, M. A; 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**, Botucatu – SP, n. 48/49, p. 133-141, jan./dez. 1995.

REINSTORF, L. O. O crescimento do *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbastes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p. 11-25, 1970.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias.** 2000. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Determinação de regimes de desbastes para povoamentos de *Pinus elliottii* E. do planalto Ocidental no Estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 43-59, 1994.

SILVA, P. H. M.; ANGELI, A. **Implantação e Manejo de Florestas Comerciais.** Piracicaba: IPEF, 2006. 14p. (Documentos Florestais, 18).

SHIMIZU, J. Y. ***Pinus* na silvicultura brasileira.** Colombo: Embrapa Florestas. 2008. 223 p.

SPLETZ, R. **Avaliação econômica integrada de regimes de manejo em *Pinus taeda* L. direcionados a múltiplos produtos da madeira.** 2000. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2000.

TOMASELLI, I. Comparação da qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia* e *Pinus* spp. produzida em reflorestamentos. In.: ENCONTRO DA IUFRO SOBRE PROBLEMAS FLORESTAIS DO GÊNERO ARAUCARIA, edição, 1980, Curitiba. **Anais...** Curitiba: instituição promotora, 1980. p. 286- 291.

TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de espécies de *Pinus* tropicais. **Revista Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 503-510, jul./set. 2013.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties and utilization**. New York: Van Nostrand Reinold, 1991. 494 p.

VICENTE, A.T.V.; MOURA, V.P.G.; FIORENTINI, E.A.; SOUZA, M.R. Variação radial e axial da massa específica básica e das contrações de madeira de quatro procedências de *Pinus*. Brasília: Embrapa, 2005. 27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 98).

VITAL, B. R.; PEREIRA, A. R.; DELLA-LUCIA, R. M.; ANDRADE, D. C. Efeito da idade da árvore na densidade da madeira de *Eucalyptus grandis* cultivado na região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, n. 8, p. 49-52, 1984.

VITAL, B. R.; TRUGILHO, P. F. Variação dimensional e uso da madeira de *Eucalyptus*. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v.18, n.186, p.57-61, 1997.

XAVIER, J. A. **Variabilidade da massa específica básica de *Pinus taeda* L. em diferentes idades de plantio**. 2009. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial da Madeira) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.