

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Ediane de Souza Waltrick

**Propriedades físicas da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill. aos 38 anos de idade**

Curitibanos, SC

2021

Ediane de Souza Waltrick

**Propriedades físicas da madeira de *Cupressus lusitanica* Mill. aos 38 anos de idade**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karina Soares Modes.

Curitibanos, SC

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Waltrick, Ediane de Souza  
Propriedades físicas da madeira de Cupressus lusitanica  
MILL. aos 38 anos de idade / Ediane de Souza Waltrick ;  
orientadora, Karina Soares Modes, 2021.  
31 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,  
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Engenharia florestal,  
Cupressus lusitanica, densidade, propriedades físicas . I.  
Modes, Karina Soares . II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Ediane de Souza Waltrick

**Propriedades físicas da madeira de *Cupressus lusitanica* MILL. aos 38 anos de idade**

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

Curitiba, 23 de abril de 2021



Documento assinado digitalmente  
Mario Dobner Junior  
Data: 07/05/2021 14:06:20-0300  
CPF: 034.250.659-55  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Prof. Mario Dobner Junior, Dr.**  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Karina Soares Modes  
Data: 07/05/2021 10:10:44-0300  
CPF: 003.082.240-86  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Prof. Karina Soares Modes, Dr.ª.**  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Prof. Wesley Wilker Corrêa Moraes, Dr.**  
Avaliador  
Universidade Estadual de Roraima

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de classe e aos meus queridos pais.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Karina Soares Modes, pela dedicação, paciência, presteza no auxílio das atividades, pelas correções e conselhos, sou muito grata por toda a ajuda.

Aos demais professores da Universidade Federal de Santa Catarina por todo conhecimento e experiência passada.

Aos meus queridos pais João Nildo Waltrick e Rita de Cássia de Souza Waltrick, por me incentivarem e me apoiarem mesmo nas horas mais difíceis e principalmente por sempre confiarem em mim e nas minhas decisões.

Ao meu irmão Guilherme, minha cunhada Pâmela e meu sobrinho João Miguel, pelo companheirismo e carinho.

A minha prima Danielle pela amizade incondicional, pelo apoio e pela confiança que sempre me deram força.

Aos meus amigos e colegas de classe por todos os momentos, pelas risadas, horas de estudos passadas juntos, pelos almoços e conversas, por compartilhar conhecimento e vivência ao longo desses anos de curso.

Ao meu colega e amigo Alexandre Saturnino Cardoso por estar ao meu lado desde o começo da nossa graduação.

A Universidade Federal de Santa Catarina por me possibilitar essa formação profissional.

A todos que de alguma forma, em algum momento contribuíram na minha formação pessoal e acadêmica.

Muito Obrigada!

“Tudo é vário. Temporário. Efêmero. Nunca somos, sempre estamos!”

(Chico Buarque, 2009)

## RESUMO

As florestas plantadas fornecem matéria-prima para a indústria enquanto diminuem a pressão sobre as florestas nativas. Assim, torna-se importante verificar o potencial de espécies distintas das usuais para servirem como alternativa ao sistema produtivo de base florestal. De acordo com o tipo de necessidade da indústria torna-se fundamental conhecer as propriedades físicas da matéria-prima. É consenso na literatura que o primeiro e mais importante passo para a caracterização inicial da madeira é o conhecimento das características físicas da espécie. Considerando que a espécie *Cupressus lusitanica* MILL. está adaptada às condições climáticas e de solo da maior parte do estado de Santa Catarina, objetivou-se a avaliação das propriedades físicas de sua madeira aos 38 anos. Para isso utilizou-se madeira oriunda de plantio no município de Rio das Antas, Santa Catarina. Fez-se a amostragem de 3 árvores e de cada indivíduo foram retirados discos com 3 cm de espessura nas posições da base (0,1 m), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial para determinação da densidade básica ponderada e um disco na posição referente ao DAP para a avaliação da estabilidade dimensional, densidade básica e aparente (verde, 12%, 0% de umidade). Com os resultados obtidos neste trabalho, bem como observações na literatura, conclui-se que a madeira de *C. lusitanica* pode ser considerada leve, sendo sua estabilidade dimensional compatível com a de outras espécies de coníferas usualmente utilizadas pela indústria madeireira.

**Palavras-chave:** Conífera. Densidade. Retratibilidade



## ABSTRACT

Planted forests provide raw material for industry while reducing pressure on native forests. Thus, it is important to verify the potential of species other than the usual ones to serve as an alternative to the forest-based production system. According to the type of need of the industry, it is essential to know the physical properties of the raw material. It is a consensus in the literature that the first and most important step for the initial characterization of wood is the knowledge of the physical characteristics of the species. Whereas the species *Cupressus lusitanica* MILL. it is adapted to the climatic and soil conditions of most of the state of Santa Catarina, the objective was to evaluate the physical properties of its wood at 38 years of age. For this purpose, wood from planting was used in the municipality of Rio das Antas, Santa Catarina. 3 trees were sampled and from each individual 3 cm thick discs were removed at the base positions (0.1 m), 25%, 50%, 75% and 100% of the commercial height to determine the basic density weighted and a disk in the position referring to the DAP for the evaluation of dimensional stability, basic and apparent density (green, 12%, 0% humidity). With the results obtained in this work, as well as observations in the literature, it is concluded that the wood of *C. lusitanica* can be considered light, and its dimensional stability is compatible with that of other species of conifers usually used by the timber industry.

**Keywords:** Coniferous. Density. Retractability.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS .....	11
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Cupressus lusitanica</i> MILL. ....	13
2.2	PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA .....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
3.1	DENSIDADE BÁSICA PONDERADA .....	18
3.2	ESTABILIDADE DIMENSIONAL.....	19
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em razão de sua alta disponibilidade no mercado e da grande variedade de espécies com propriedades físicas e mecânicas distintas, a madeira vem sendo amplamente utilizada em diversas áreas na sociedade, principalmente, no setor da construção civil. As florestas plantadas são responsáveis pelo fornecimento de matéria-prima, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas. Sendo assim, estudar a diversidade de espécies com potencial para plantio, bem como ter conhecimento de suas propriedades é fundamental para fazer uso eficiente e seguro da madeira produzida.

Marchiori (1996) diz que a espécie *Cupressus lusitanica* MILL., também conhecida no Brasil como cipreste ou cerca-viva, é uma conífera pertencente à família Cupressaceae com origem em regiões montanhosas do México, Guatemala e Colômbia.

Segundo Shimizu (1995) a espécie possui alto potencial para diversos usos, como a produção de celulose, madeira para construção, marcenaria e embalagens, além de se apresentar como alternativa para plantios florestais, considerando seu rápido crescimento, com incremento médio de até 30 m<sup>3</sup>/ha.ano, de acordo com Pereira e Higa (2003), e possuir adaptabilidade a solos rasos e erodidos.

Segundo Okino *et al.* (2008), o *Cupressus lusitanica* MILL. vem sendo cultivado em plantios experimentais nos estados de Santa Catarina e Paraná por se destacar como uma conífera, dentre as não convencionais, de potencial para a região Sul do Brasil.

O plantio comercial de *C. lusitanica* em Santa Catarina é indicado nas regiões bioclimáticas 2A, 2C, 3, 4 e 5, segundo classificação da EPAGRI (2017), que abrange desde o Planalto Norte Catarinense ao Alto Vale do Rio Itajaí, tendo portanto, uma ampla área com potencial de cultivo no estado.

O mercado brasileiro possui uma demanda crescente por madeira, atualmente esse mercado é dominado por florestas plantadas com espécies de dois gêneros dominantes, *Pinus* e *Eucalyptus* de acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2020). Porém nem sempre as madeiras destes gêneros são suficientes para suprir às necessidades dos consumidores, o que gera pressão em florestas nativas. Dentro desse contexto, conhecer particularidades da madeira de novas espécies com potencial a ser comprovado por meio da pesquisa surge como uma maneira eficiente de diversificar o mercado madeireiro, contribuindo para a expansão da silvicultura.

As espécies de coníferas do gênero *Pinus* são amplamente plantadas, principalmente na região sul (87 % do total) do Brasil, com cerca de 1,64 milhão de hectares no ano de 2019 (IBÁ, 2020). Esse gênero tem franca importância no setor florestal brasileiro, em destaque na produção de celulose e papel. Porém, como monocultura, algumas espécies do gênero apresentam uma longa lista de patógenos que podem atacar desde mudas no viveiro até povoamentos adultos, causando sérios prejuízos aos produtores. Além desse fato, esse gênero apresenta premissas desfavoráveis para as florestas naturais, pois compreende espécies exóticas com potencial invasor.

Procurando expandir as opções de matéria prima de qualidade e considerando opções não invasoras, o *Cupressus lusitanica* surge como alternativa atendendo a características desejáveis da madeira e de cultivo, se mostrando promissora para plantios comerciais.

De posse do exposto, e das possibilidades de emprego da madeira desta espécie com potencial de crescimento nas condições de clima e solo no estado de Santa Catarina, torna-se indispensável aprofundar o conhecimento em relação às propriedades físicas da madeira produzida por indivíduos arbóreos adultos. Ressalta-se que caracterizar as propriedades físicas da madeira é o primeiro passo para possibilitar o uso de espécies promissoras para a indústria florestal, assim como vislumbrar e incentivar a possibilidade de plantios comerciais da espécie com empregos mais nobres.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as propriedades físicas da madeira de *Cupressus lusitanica* MILL. aos 38 anos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar a densidade básica ponderada do volume comercial da espécie na idade considerada;

Avaliar a variação longitudinal da densidade básica no sentido base-topo;

Determinar a contração linear e volumétrica total;

Determinar o coeficiente de retratibilidade nos sentidos linear e volumétrico;

Determinar e classificar o coeficiente de anisotropia;

Determinar as densidades básica e aparente da madeira verde, a 12% e a 0% de umidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 *Cupressus lusitanica* MILL.

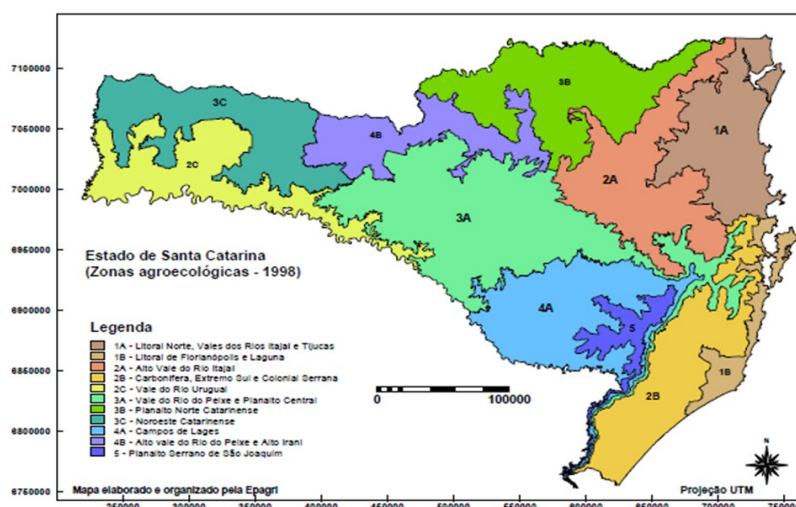
O *Cupressus lusitanica* MILL. é uma gimnosperma monoica pertencente à família Cupressaceae, que atinge altura superior aos 30 metros e diâmetro superior a 1 metro. Sua origem mais provável é de regiões montanhosas do México, Guatemala e Colômbia (MARCHIORI, 1996; EMBRAPA, 1988), porém, de acordo com Pereira e Higa (2003), por apresentar alta taxa de hibridização, há divergências sobre seu centro de origem.

Segundo Pereira e Higa (2003) a espécie *Cupressus lusitanica* possui um crescimento rápido, podendo produzir em média até 30 m<sup>3</sup>/ha.ano, pode ser cultivada em solos erodidos, assim como em solos rasos, onde seu crescimento pode inclusive ser superior ao do *Pinus elliottii*.

Chaves e Fonseca (1991) recomendam o cultivo em áreas entre 1500 m e 2500 m de altitude, em temperaturas anuais acima de 12° C e com precipitações anuais de 1000 mm a 3000 mm.

Segundo o Manual de Silvicultura para cultivo de florestas plantadas, da EPAGRI (2017), seu plantio é indicado, no estado de Santa Catarina, nas regiões bioclimáticas 2A, 2C, 3, 4 e 5 (Figura 1). As regiões são caracterizadas por temperaturas médias anuais de 11,4 a 19,8° C, precipitações anuais de 1.320mm a 2.280 e com ocorrência de até 36 geadas por ano.

Figura 1 – Regiões bioclimáticas do estado de Santa Catarina



Fonte: EPAGRI (2017).

De acordo com Pereira e Higa (2003) o *Cupressus lusitanica*, possui fuste reto, com madeira de coloração amarelada, rosada ou ainda marrom pálida, com densidade baixa, em torno de  $0,41 \text{ g/cm}^3$ , apresenta grã reta e uma textura fina e uniforme, sendo uma madeira leve e de fácil trabalhabilidade.

O cerne tem demarcação clara com o albúrnio, tendo este entre 30 a 75 mm de largura. A madeira é de bom acabamento, de alto brilho e perfume (PFAF, 2021).

Figura 2 – Aspecto da árvore de *Cupressus lusitanica* MILL. (A). Detalhe da madeira do tronco serrado (B). Aspecto da seção tangencial (C)



Fonte: (A) Earle (2005), (B) Wikiwand (S.d), (C) Pereira e Higa (2003).

Brink (2007) descreve a utilização da madeira para construção civil, móveis e postes. O mesmo autor ainda julga o *C. lusitanica* como adequado para pisos leves, construção de barcos, carrocerias, caixas e engradados, acabamento de interiores, marcenaria, torneados,

compensados e painéis de madeira reconstituída, sendo também um bom material para lenha. Em países como Etiópia e Quênia, a madeira é utilizada na fabricação de papel. Além da madeira, seu óleo essencial com odor característico pode ser utilizado em diversas áreas medicinais e cosméticas. Em sistemas agroflorestais o *C. lusitanica* pode ser usado como quebra-ventos e em parques de maneira ornamental.

Pereira e Higa (2003) em avaliações para *Cupressus lusitanica* MILL. aos 56 anos, oriundo da região leste de Campinas-SP, encontraram valores de densidade de 0,415 g/cm<sup>3</sup>, o qual os autores consideraram compatível com outros estudos, sendo a madeira classificada como leve. Os autores ainda concluem que a variação de densidade foi homogênea no sentido base-topo, com baixos índices de contração (0,5%, 3,5% e 5,6% nos sentidos anatômicos longitudinal, radial e tangencial, respectivamente) e quanto a retratibilidade, foi verificada uniformidade no sentido base-topo. Em comparação às madeiras de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, verificou-se uma semelhança na sua estabilidade dimensional. Okino (2006) cita o estudo de Haslett (1986), onde o mesmo encontrou valores médios de 0,385 g/cm<sup>3</sup> para densidade básica e 0,460 g/cm<sup>3</sup> para densidade aparente a 12% para *Cupressus lusitanica* MILL.

Brink (2007) indica que as propriedades físicas e mecânicas do *C. lusitanica* são variáveis e sua densidade a 12% de umidade fica geralmente entre 0,380 e 0,545 g/cm<sup>3</sup>. O mesmo autor ressalta ainda que a madeira, seca em altas temperaturas, pode apresentar defeitos de secagem, como rachaduras e empenamentos.

## 2.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA

Fonte *et al.* (2017) e Silva (2002) destacam a massa específica e a retratibilidade como as propriedades físicas de maior importância na madeira, ressaltando ainda a necessidade de estudar a influência das mesmas no comportamento de cada espécie, assim como entre indivíduos.

Segundo Vital (2004) a densidade é uma das propriedades mais relevantes no fornecimento de informações acerca de características da madeira, possuindo uma forte e positiva correlação com as propriedades mecânicas da madeira, além de durabilidade, trabalhabilidade e outras. Cruz *et al.* (2003) cita a densidade como a característica que mais se utiliza em estudos sobre a qualidade da madeira.



Rezende (1988) define que a madeira é um material higroscópico, capaz de trocar água com o ambiente de maneira contínua, em busca de equilíbrio. Por isso, tem densidade variável de acordo com a umidade da mesma. Para o mesmo autor, a densidade aparente da madeira é a relação entre massa e o volume nas mesmas condições de umidade, enquanto a densidade básica é a relação entre massa seca, ou seja, umidade 0%, e volume saturado de água.

Foekel *et al.* (1971) destacam a complexidade da variável densidade, definindo que esta depende de fatores como espessura das paredes celulares, dimensão de fibras, vasos, parênquimas, proporção de cerne e alburno, entre outros. Bruder (2012) destaca a densidade como uma grandeza dimensional, determinada como sendo a massa de uma substância por unidade de volume. Bruder (2012) descreve duas densidades: a densidade aparente (umidade e volume no momento da determinação) e a densidade básica (massa seca e volume verde). O autor ainda elucida sobre métodos de obtenção da densidade, sendo: Método de Atenuação da Radiação Gama – (TARG), Método de volumetria por imersão em água, Método de volumetria com o uso da balança hidrostática e o Método de volumetria por equivalência de área.

Para Vital (2004) sabe-se que há variação na densidade da madeira no sentido medula-casca e no sentido base-copa em um mesmo indivíduo e que se observam maiores densidades proximamente ao cerne, onde comumente há maiores concentrações de extrativos se comparado ao alburno das camadas mais próximas à casca. Fonte *et al.* (2017) ainda destaca que essa variação medula-casca sofre influência da idade e da espécie da árvore.

Segundo Rezende (1988), a retratibilidade volumétrica da madeira é a variação de volume e massa de um corpo-de-prova de acordo com o teor de umidade. Dentro disso, pode-se calcular a retratibilidade total, ou seja, a variação desde uma amostra de madeira completamente saturada até a amostra completamente seca.

Para Durlo e Marchiori (1992) no contexto das variações dimensionais, há limitações no uso da madeira para determinados fins, devido a contração e inchamento do material e destaca-se ainda que o índice de maior importância na verificação da estabilidade dimensional do material é o fator anisotrópico.

Oliveira *et al.* (2010) enfatizam a influência da densidade na retratibilidade, afirmando que quanto maior a densidade da madeira há mais células e estas têm paredes espessas, assim, a tendência é que haja maior absorção de água por unidade de volume. O que significa maior expansão ou contração se comparadas a madeiras menos densas. Os autores destacam que esse comportamento pode ser afetado pela quantidade de extrativos das madeiras. Oliveira e Silva

(2003) elucidam ainda que a maior alteração dimensional se dá no sentido tangencial aos anéis de crescimento da árvore. Isso acontece, pois nesse sentido, os anéis de crescimento vão oferecer menos barreira para contração e inchamento da madeira.

### 3 METODOLOGIA

A madeira de *Cupressus lusitanica* MILL. avaliada foi oriunda de um plantio com cerca de 7,2 ha no município de Rio das Antas, Santa Catarina, pertencente a empresa Juliana Florestal LTDA. Inicialmente a área correspondia a aproximadamente 15 ha, porém por conta de um vendaval anos atrás, houve a queda de algumas árvores e quebra de copa de várias outras. Além disso, ao longo dos anos, alguns tratamentos silviculturais foram realizados, como poda e o desbaste. Não há informações sobre a procedência das sementes uma vez que foram coletadas pelo próprio fundador da empresa com intuito de estudar o potencial da espécie na região.

As árvores remanescentes foram divididas em 3 talhões e de cada um foi amostrada uma árvore da espécie com as características dendrométricas descritas na tabela 1. A seleção das árvores levou em consideração o inventário realizado na área. No censo, constou a medição de todos os CAP's das árvores, e a altura das 100 primeiras árvores, sem a presença de bifurcação ou copa quebrada. De posse das informações do inventário de cada talhão foi selecionada 1 árvore de DAP médio  $\pm$  desvio padrão.

Tabela 1 – Características dendrométricas das árvores de *C. lusitanica* amostradas.

Árvore	Altura total (m)	Altura comercial (m)*	DAP (cm)
1	27,6	23,4	46,5
2	26,0	24,4	46,5
3	27,1	23,6	44,8

\*Considerada até a posição correspondente ao diâmetro mínimo comercial de fuste de 8,0 cm. DAP= Diâmetro à Altura do Peito.

De cada árvore foram retirados discos com 3 cm de espessura nas posições da base (0,1 m), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial dos indivíduos amostrados para determinação da densidade básica ponderada e um disco na posição referente ao DAP para a avaliação da estabilidade dimensional e densidade básica e aparente.

#### 3.1 DENSIDADE BÁSICA PONDERADA

A partir de cada um dos discos obtidos confeccionou-se duas cunhas diametricamente opostas utilizando-se de facão e martelo, após isso, as cunhas foram devidamente identificadas e então submetidas à imersão em água por aproximadamente 30 dias para obtenção do volume saturado pelo método de empuxo.

Utilizou-se um recipiente com volume de água suficiente para a imersão completa das cunhas e este foi colocado sobre balança analítica. Cada cunha foi fixada com o auxílio de uma ferramenta pontiaguda, e completamente imergidas na água, tomando-se o cuidado de não encostar nas bordas ou fundo do recipiente, para determinação da massa pelo volume de água deslocado. A massa anidra das cunhas foi determinada após secagem das mesmas em estufa a  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até atingirem massa constante e, posteriormente, realizou-se pesagem em balança analítica.

Com o volume saturado e massa anidra obtidos das amostras, foi realizado o cálculo da densidade básica das cunhas (Equação 1) e com a densidade básica das cunhas determinou-se a densidade básica dos discos. Posteriormente determinou-se a densidade básica dos toretes por meio da média aritmética das densidades básicas dos discos das extremidades de cada torete. Em seguida, determinou-se a densidade básica ponderada do volume comercial da madeira de cada árvore (Equação 2).

$$DB = \frac{\text{massaanidra}(kg)}{\text{volumesaturado}(m^3)} \quad (1)$$

$$DB(\acute{a}rv) = \frac{(DB \text{ tor } 1 (kg/m^3) \cdot vol \text{ tor } 1 (m^3) + \dots + DB \text{ tor } 5 (kg/m^3) \cdot vol \text{ tor } 5 (m^3))}{\text{volume \acute{a}rvore } (m^3)} \quad (2)$$

Onde: DB = densidade básica; Tor = torete; Vol = volume

### 3.2 ESTABILIDADE DIMENSIONAL

Para a determinação da estabilidade dimensional utilizou-se os discos extraídos da região do DAP, com 8,0 cm de espessura, de onde foram confeccionados corpos-de-prova de dimensão 3,0 x 2,0 x 5,0 cm, nos sentidos tangencial, radial e longitudinal respectivamente (Figura 4), segundo a norma brasileira NBR 7190 (1997). Os corpos de prova tiveram

inicialmente cada sentido anatômico demarcado com lápis cópia para mensuração da contração.

Figura 4 – Corpos-de-prova da madeira de *Cupressus lusitanica* MILL. com os sentidos anatômicos delimitados.



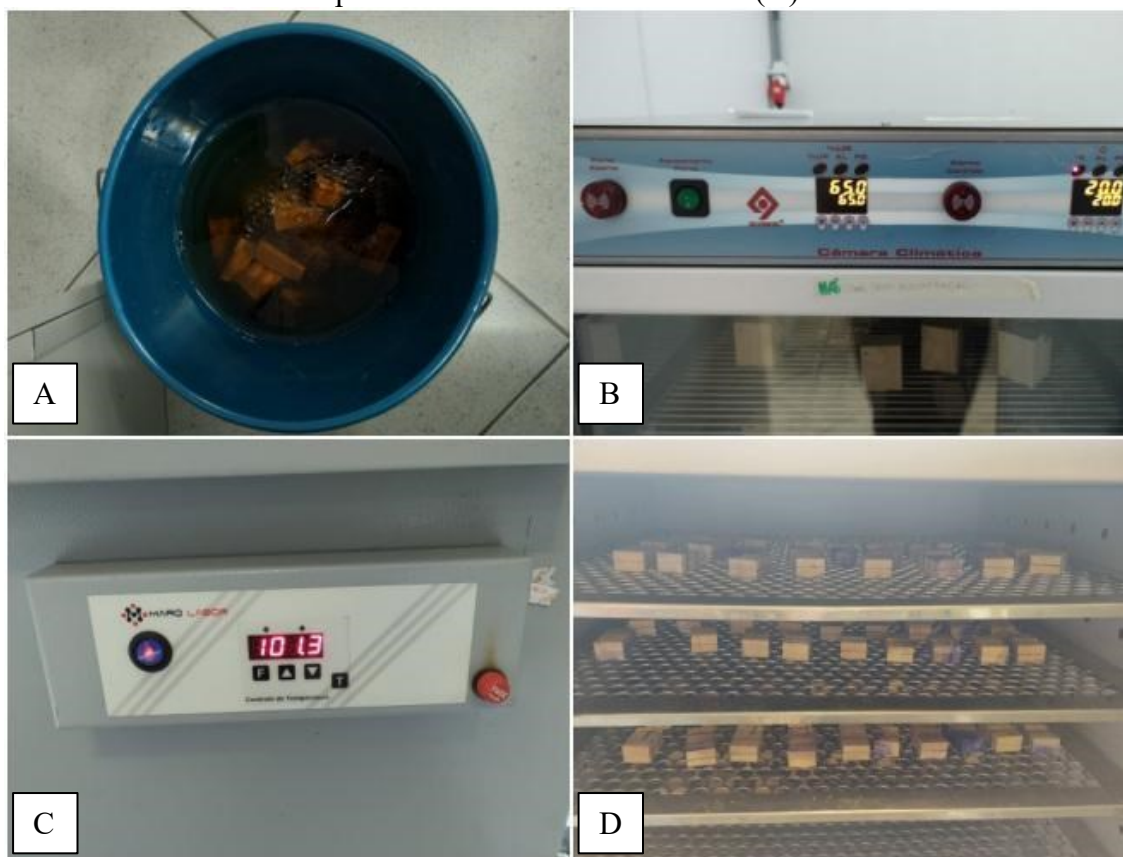
Fonte: A autora (2021)

Os corpos de prova foram submersos em água à temperatura ambiente para saturação da parede celular por aproximadamente 30 dias. Após este período procedeu-se a pesagem em balança analítica, assim como a mensuração nos sentidos anatômicos com paquímetro digital. Após isso, os corpos de prova foram acondicionados em câmara climática à temperatura de 20°C e umidade relativa de 65% até peso constante.

Após isso, o material foi posto para secar em estufa à temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , sendo monitorado até peso constante e realizando-se novamente a pesagem e mensuração dos sentidos anatômicos. Com essas informações foi possível determinar a contração linear e volumétrica (Equação 3). Considerou-se o intervalo entre a condição de saturação da parede celular e a condição de madeira anidra para cálculo da contração linear e volumétrica total.

Com as informações obtidas para massa e volume, ambas na condição de madeira anidra (secagem em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ), assim como o volume e a massa saturada da amostra após período de imersão em água, e da massa e volume do material condicionado em câmara climática, foi possível calcular a densidade aparente a 12% de umidade, da madeira anidra e da madeira verde (Equação 4). Foi calculado o coeficiente de retratibilidade para a contração (Equação 5) em cada sentido anatômico da madeira (tangencial, radial e longitudinal) e o coeficiente de anisotropia para a contração total (Equação 6).

Figura 5 – Sequência para determinação da estabilidade dimensional. Corpos de prova imersos em água (A). Detalhe da câmara climática (B). Estufa 103 ± 2°C (C). Corpos de prova acondicionados em estufa (D).



Fonte: A autora (2021)

$$\beta_{L,V} = \frac{DU,VU(cm^3) - DS,VS(cm^3)}{DU,VU(cm^3)} \times 100 \quad (3)$$

Onde:  $\beta_{L,V}$  = contração linear/ volumétrica; DU= dimensão saturada ; VU= volume saturado; DS= dimensão anidra; VS= volume anidro.

$$ME(12\%, 0\%, verde) = \frac{massa(g)(12\%, 0\%, verde)}{volume(cm^3)(12\%, 0\%, verde)} \quad (4)$$

Onde: ME (tu%) = massa específica aparente à umidade de 12%, 0% e da madeira verde; Massa (tu%) = massa à umidade de 12%, 0% e da madeira verde; Volume (tu%) = volume à umidade de 12%, 0% e da madeira verde.

$$Q\beta = \frac{(D12\% - D0\%) \times M0\%}{(M12\% - M0\%) \times D12\%} \quad (5)$$

Onde:  $Q\beta$  = coeficiente de retratibilidade para contração;  $D12\%$  = dimensão a 12% de umidade;  $D0\%$  = dimensão a 0% de umidade;  $M12\%$  = massa a 12% de umidade;  $M0\%$  = massa a 0% de umidade.

$$CA = \frac{\beta_{tg}}{\beta_{rd}} \quad (6)$$

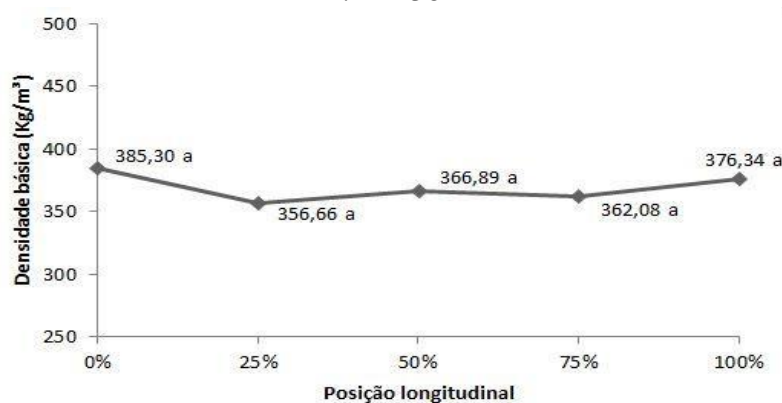
Onde: CA = coeficiente de anisotropia;  $\beta_{tg}$  = contração tangencial;  $\beta_{rd}$  = contração radial.

Para avaliação da densidade básica ponderada realizou-se análise de variância ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro para verificar a existência de diferença estatística entre os valores das posições longitudinais. Já os resultados referentes a estabilidade dimensional e densidade foram analisados por meio da estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 6 observa-se a variação de densidade básica no sentido base-topo para cada posição amostrada.

Figura 6 – Variação longitudinal da densidade básica em madeira de *Cupressus lusitanica* MILL. aos 38 anos.



Fonte: A autora (2021)

De acordo com a análise de variância realizada (Tabela 2) observa-se que não houve diferença estatística entre a densidade básica avaliada no sentido base-topo ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro. Este resultado demonstra a uniformidade dessa propriedade na espécie *C. lusitanica* na idade avaliada. A uniformidade demonstrada na densidade possibilita o maior aproveitamento e homogeneidade dos produtos oriundos de todo o comprimento comercial. Oliveira *et al.* (2005) afirmam que madeiras com menores variações de densidade facilitam as operações de desdobro e processamento. Além disso, acrescenta-se que a densidade básica é correlacionada com propriedades físicas e mecânicas da madeira (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A densidade básica ponderada calculada foi de  $367 \text{ kg/m}^3$  (densidade  $< 500 \text{ kg/m}^3$ ), o que classifica sua madeira como leve, de acordo com Durlo (1991).

Tabela 2 – Análise da variância para densidade básica entre as posições longitudinais avaliadas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Posição	4	1569.799533	392.449883	1.448	0.2886
Erro	10	2710.495800	271.049580		
Total	14	4280.295333			

Fonte: Elaborada pela autora (2021).



Legenda: FV= fonte de variação; GL= graus de liberdade; SQ= soma dos quadrados; QM= quadrado médio;  
FC= teste F.

Melo *et al.* (2013) em estudo com *Pinus elliottii* aos 14 determinaram uma densidade básica ponderada de 364 kg/m<sup>3</sup>, valor equivalente à registrada para *C. lusitanica* de idade muito superior (38 anos), porém Melo *et al.* (2013) ressaltam uma tendência a estabilização dos valores em idades mais avançadas, por conta da estabilização em dimensões dos traqueídeos.

Os estudos de Hasegawa (2003), Bittencourt (2004), Siqueira (2004) e Melo *et al.* (2013), todos com madeira de *Pinus spp.* em idades variadas, indicaram uma tendência ao decréscimo da densidade no sentido base-topo. Mattos *et al.* (2011) verificaram em alguns indivíduos de *Pinus elliottii* aos 13 anos, plantado em Quedas do Iguaçu (Paraná), aumento na densidade nas posições DAP (460 kg/m<sup>3</sup>) e 75% (370 kg/m<sup>3</sup>) da altura comercial em relação às outras posições. Já a madeira de *Araucaria angustifolia* aos 19 anos avaliada pelos mesmos autores apresentou um decréscimo na densidade no sentido base-topo (470 kg/m<sup>3</sup> na base e 330 kg/m<sup>3</sup> na posição 100%). Nesse sentido pode-se inferir que a madeira de *C. lusitanica* apresentou baixa variação de densidade em relação a madeira das coníferas relatadas.

Na tabela 3 constam os valores obtidos para a estabilidade dimensional e densidades para a madeira avaliada, bem como os registrados por outros autores com madeira de outras espécies de coníferas.

Tabela 3 – Comparação da densidade e estabilidade da madeira de *C. lusitânica* com espécies de coníferas.

Espécie	Idade	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )				Contração (%)				CA	Coeficiente de retratibilidade			
		Básica	Verde	12 %	0%	L	T	R	V		L	T	R	V
<i>C. lusitânica</i> <sup>1</sup>	38	0,37	1,05	0,44	0,40	0,28	5,45	2,87	8,40	2,16	0,01	0,20	0,13	0,34
<i>C. lusitânica</i> <sup>2</sup>	56	0,41	-	-	-	0,50	3,50	5,60	9,50	1,60	-	-	-	-
<i>C. japonica</i> <sup>3</sup>	35	0,43	0,76	-	0,48	0,17	6,93	3,86	10,63	1,87	-	-	-	-
<i>P. merkusii</i> <sup>4</sup>	37	0,43	-	-	-	0,10	6,70	3,40	10,2	1,90	-	-	-	-
<i>A. angustifolia</i> <sup>5</sup>	43	-	-	0,46	-	-	5,92	3,51	9,43	-	-	-	-	-
<i>P. taeda</i> <sup>6</sup>	37	-	-	0,60	-	0,44	7,66	5,65	13,23	1,35	-	-	-	-

Fonte: A autora (2021).

Legenda: <sup>1</sup>A autora (2021); <sup>2</sup>Pereira e Higa (2003); <sup>3</sup>Fonte *et al.* (2017); <sup>4</sup>Siqueira *et al.* (2001); <sup>5</sup>Hillig *et al.* (2012); <sup>6</sup>Palma e Ballarin (2003). L= longitudinal; T= tangencial; R= radial; V= volumétrica; CA= coeficiente de anisotropia.

A contração linear registrada para a madeira de *C. lusitânica* no presente estudo está dentro dos limites estabelecidos para a madeira de coníferas, segundo Durlo e Marchiori (1992), entre 0,05 e 1,0% no sentido longitudinal, 2,2 e 5,2% no sentido radial e entre 4,0 e 9,0% no sentido tangencial.

A menor contração registrada no sentido longitudinal, seguido do sentido radial e do tangencial é explicada por Durlo e Marchiori (1992). Segundo os autores a menor contração no sentido longitudinal pode ser explicada pelo fato de que há um menor número de paredes celulares nesse sentido em relação ao radial e tangencial, ou seja, material com capacidade de inchar e contrair. Já em relação a anisotropia transversal pode-se atribuir ao fato que no sentido tangencial os anéis de crescimento (lenho inicial e lenho tardio) estão paralelos um ao outro e no sentido radial encontram-se intercalados. No primeiro caso o lenho tardio por ser mais instável força o lenho inicial a acompanhar o seu movimento, enquanto no segundo caso os lenhos se movimentam de forma independente, predominando o comportamento do lenho inicial que se encontra em maior proporção.

Em relação ao coeficiente de retratibilidade, observa-se que os valores são próximos ao mencionado por Durlo e Marchiori (1992) para *Pinus* sp. (0,28 e 0,15 para os sentidos radial e tangencial, respectivamente) e para a madeira de *A. angustifolia* (0,21 e 0,09 para os mesmos sentidos).

O coeficiente de anisotropia (CA) registrado indica que o sentido tangencial contrai 2,16 vezes mais que o sentido radial. A madeira pode ser classificada pelo fator anisotrópico segundo Durlo e Marchiori (1992) com excelente (CA entre 1,2 e 1,5), normal (CA entre 1,5 a 2,0) e ruim (CA acima de 2,0).

Autores como Moreschi (2009) menciona que para madeiras com coeficiente de anisotropia acima de 2,0 há limitação nos usos em móveis, instrumentos musicais, janelas e portas, ou seja, situações que demandam uma maior estabilidade dimensional do material em uso. Já Oliveira e Silva (2003) definem que quanto mais próximo de 1,0 o coeficiente, melhor a estabilidade dimensional da madeira e que valores altos de anisotropia indicam tendência da madeira a defeitos de secagem, como empenamento.

No entanto, deve-se levar em consideração que a madeira seca até a umidade de equilíbrio do local de uso sofrerá oscilações em seu teor de umidade e, conseqüentemente em volume, que não comprometem a qualidade do material. Devendo o coeficiente de anisotropia

ser levado em consideração na etapa de redução do teor de umidade do material em estufa até o teor de umidade final estipulado para o processo. Nesse sentido, o coeficiente de anisotropia obtido para a madeira de *C. lusitanica* é um indicativo de que sua madeira deve ser submetida a um programa de secagem menos agressivo, ou seja, com baixas temperaturas inicial e final e baixo potencial de secagem.

Com relação às espécies de idade próxima utilizadas para comparação observa-se que a madeira de *C. lusitanica*, apresentou valores inferiores de densidade básica e aparente a 12% e 0% de umidade, o que pode ter influenciado na maior estabilidade dimensional da espécie ao se considerar a contração radial e volumétrica registrada. Já a contração tangencial foi próxima da obtida por autores em estudo com outras coníferas de idade próxima.

O coeficiente de anisotropia superior ao das demais espécies é um indicativo de que se deve tomar cuidado ao submeter a madeira avaliada com as referidas características a um mesmo programa de secagem elaborado com espécies de valor inferior.

## 5 CONCLUSÃO

A madeira de *Cupressus lusitanica* aos 38 anos pode ser classificada como leve em relação a densidade básica ponderada do volume comercial da árvore.

A densidade básica entre as posições longitudinais avaliadas ao longo do fuste não diferiram estatisticamente o que denota a homogeneidade dessa propriedade física na madeira desta espécie na idade considerada.

A contração volumétrica é inferior e o coeficiente de anisotropia é superior ao das espécies de coníferas de mesma idade utilizadas para comparação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7190**. Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- BITTENCOURT, E. **Parâmetros de otimização no processo de fabricação de celulose e papel**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- CHAVES, E.; FONSECA, W. **Ciprés: *Cupressus lusitanica* Mill.** Espécie de árvore de uso múltiplo em América Central. Turrialba: CATIE, 1991.
- DURLO, M. A. **Tecnologia da madeira: peso específico**. Santa Maria: FATEC, 1991.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: Retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992.
- EARLE, C. J. The Gymnosperm Database. 2005. Disponível em: [https://www.conifers.org/cu/Cupressus\\_lusitanica.php](https://www.conifers.org/cu/Cupressus_lusitanica.php). Acesso em: 27 abr. 2021.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: CNPF, 1988.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA – EPAGRI. **Manual de Silvicultura: cultivo de florestas plantadas**. Florianópolis: EPAGRI, 2017.
- FONTE, A. P. N.; TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; ANJOS, R. A. M. Propriedades físicas e químicas da madeira de cerne e alburno de *Cryptomeria japonica*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.3, p. 277-285, 2017.
- HASSEGAWA, M. **Qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. de procedência da África do Sul**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- HILLIG, E.; MACHADO, G. de O.; HOLK, D. L.; CORRADI, G. M. Propriedades físicas da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze em função da posição no fuste para diferentes idades. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 257-263, abr./jun. 2012.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório Anual 2020**. São Paulo: IBÁ, 2020.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das gimnospermas**. Santa Maria: FATEC, 1996.
- MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; MELO, R. R. de; SANTINI, E. J. Variação axial da densidade básica da madeira de três espécies de gimnospermas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p. 121-126, 2011.

MELO, R. R. de; SILVESTRE, R.; OLIVEIRA, T. M.; PEDROSA, T. D. Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. com diferentes idades. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 83-92, 2013.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2009.

OKINO, E. Y. A.; CAMARGOS, J. A. A.; SANTANA, M. A. E.; MARQUES, M. H. B.; MARTINS, V. A.; SOUZA, M. E.; TEIXEIRA, D. E. Descrição dos caracteres tecnológicos da madeira de *Cupressus glauca* Lam. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 72, p. 39-48, dez. 2006.

OKINO, E. Y. A.; TEIXEIRA, D. E.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; SOUSA M. E. Propriedades de chapas OSB de *Eucalyptus grandis* e de *Cupressus glauca*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 123-131, 2008.

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.

OLIVEIRA, J. T. 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**, Viçosa-MG, v.29, n. 1, p. 115-127, 2005

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p. 929-936, 2010.

PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 13-22, dez. 2003.

PEREIRA, J. C. D.; HIGA, R. C. V. Propriedades da Madeira de *Cupressus lusitanica* Mill. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Comunicado Técnico, 2017)

PLANTS FOR A FUTURE – PFAF. *Cupressus lusitanica* Mill. 2021. Disponível em: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Cupressus+lusitanica>. Acesso em: 04 abr. 2021.

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

SIQUEIRA, M. de M.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P. de; SHIMIZU, J. **Características físicas, químicas e anatômicas da madeira de *Pinus merkusii***. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. (Comunicado Técnico, 65).

SIQUEIRA, K. P. **Variabilidade da densidade de *Pinus taeda* L. em diferentes classes de sítio.** 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SHIMIZU, J. Y.; JÚNIOR, J. E. P.; RIBATSKI, G. Cipreste para madeira: alto incremento volumétrico com material genético apropriado. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30/31, p. 3-17, 1995.

SILVA, J. de C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2002.

VITAL, B. R. Propriedades da madeira de *Pinus elliottii*. 2004. Disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=677&subject=Pinus](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=677&subject=Pinus) . Acesso em: 10 abr. 2021.

WIKIWAND. *Cupressus lusitanica*. S.d. Disponível em: [https://www.wikiwand.com/en/Cupressus\\_lusitanica](https://www.wikiwand.com/en/Cupressus_lusitanica). Acesso em: 27 abr. 2021.