



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

PAOLA DELATORRE RODRIGUES

QUALIDADE DA MADEIRA JOVEM DE *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis*

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2024

PAOLA DELATORRE RODRIGUES

QUALIDADE DA MADEIRA JOVEM DE *Eucalyptus cloeziana* E *Eucalyptus pilularis*

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Graziela Baptista Vidaurre

Conselheira: Vaniele Bento dos Santos

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2024

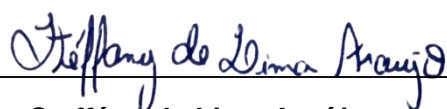
PAOLA DELATORRE RODRIGUES

QUALIDADE DA MADEIRA JOVEM DE *Eucalyptus cloeziana* E *Eucalyptus pilularis*

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 1 de julho 2024.

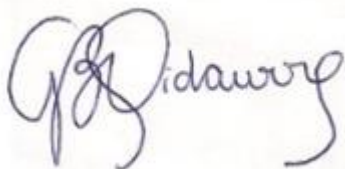
COMISSÃO EXAMINADORA

**Ms. Steffány de Lima Araújo**

Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

**Dra. Thyanne Caroline Castor Neto**

Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



Profa. Dra. Graziela Baptista Vidaurre
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e Nossa Senhora por sempre iluminarem minha jornada acadêmica. Posteriormente, agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo e ao Núcleo de Pesquisa em Qualidade da Madeira por abrirem portas e tornarem minha trajetória acadêmica completa.

Também deixo meu agradecimento ao IPEF por possibilitar minha pesquisa e disponibilizar o material necessário para o desenvolvimento do meu trabalho. Não poderia deixar de mencionar Vaniele Bento e a professora Graziela Vidaurre por serem imprescindíveis no suporte e orientação de toda a pesquisa.

Por fim, agradeço aos meus pais, Paulo e Leila, e à minha irmã, Elena, que são minha base sólida e meu porto seguro em todas as fases da vida. Dedico esta conquista também aos meus avós, Maria Anita, Maria Amélia e Carlos Jovino, por serem tão presentes e essenciais para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Em especial, ao meu avô José Batista (*in memoriam*), por ter sido um incentivador dos meus sonhos e por acreditar em mim em todos os momentos.

Aos meus amigos Lívia, Amanda, Joana, Daniela, Iago, e a todos os meus colegas da MV Gestão Integrada, que tornaram esta jornada mais leve e alegre, agradeço pela companhia, pelos momentos de descontração e pelas palavras de incentivo, que foram fundamentais para manter minha motivação e equilíbrio. Cada um de vocês contribuiu de maneira única e especial.

RESUMO

O eucalipto ocupa grande parte das regiões tropicais do mundo por conta de sua fácil adaptabilidade as temperaturas e ambientes. Sua presença é marcante em diversos países, incluindo o Brasil, que se destaca como um dos maiores produtores e exportadores de madeira de eucalipto, sendo assim um produto de grande importância econômica para o país. O setor de árvores plantadas, também ajuda a movimentar a economia local, com isso o cultivo de florestas para fins industriais aumentou em mais de 1.000 municípios em todo o Brasil nos últimos anos. Desta forma o mercado tem impulsionado o desenvolvimento regional, além de gerar economia com o aumento de recursos. Tendo em vista o aumento da variabilidade de espécies de eucalipto no mercado foi realizado este estudo com o intuito de explorar qualidade da madeira jovem de duas espécies de eucalipto não tradicionais, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*. Para atingir o objetivo foram realizadas as seguintes análises: mensuração da cor, dimensões do cerne e alburno, porcentagem de casca, deslocamento da medula e densidade básica da madeira para auxiliar na identificação, classificação, manejo e utilização dessas madeiras. Entre as análises, a porcentagem de cerne se destacou no *Eucalyptus pilularis*, aumentando de acordo com a posição do disco de madeira (base-topo) com 33,74% de média. Já a análise de cor, excentricidade da medula, porcentagem de casca e densidade básica da madeira não obtiveram diferenças significativas entre as espécies. Porém, predomina-se a cor cinza rosado entre as posições e as espécies, além do *Eucalyptus cloeziana* possuir maior quantidade de casca e ter uma madeira mais densa. As diferenças nas características macroscópicas entre as duas espécies podem ser atribuídas a fatores genéticos. Assim, as informações obtidas neste estudo serão úteis para a identificação e classificação precisas da madeira jovem de *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, além de auxiliar na avaliação da qualidade da madeira e no planejamento do manejo florestal.

Palavras-chave: Eucalipto; Cerne e Alburno; Cor da madeira; Densidade básica.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2.2	OBJETIVOS	10
2.3	Objetivo geral	10
2.3.1	Objetivos específicos	10
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1	Produtividade e qualidade da madeira de eucalipto no Brasil	11
4.	METODOLOGIA.....	15
4.1	Área de estudo e seleção das árvores	15
4.2	Preparo das amostras	16
4.3	Porcentagem de cerne e casca	17
4.4	Excentricidade da medula	17
4.5	Análise da cor	17
4.6	Densidade básica	17
4.7	Análise estatística.....	18
5	RESULTADOS	18
5.1	Porcentagem de cerne e variação base-topo	18
5.2	Porcentagem de casca e excentricidade da medula	19
5.3	Cor da madeira	21
5.4	Densidade básica	22
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

LISTA DE TABELAS

1. Tabela 1. Valores médios dos parâmetros dendométricos das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos.....16
2. Tabela 2. Porcentagem de cerne das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.....18
3. Tabela 3. Porcentagem de casca das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.....19
4. Tabela 4. Excentricidade da medula das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.....20
5. Tabela 5. Parâmetros colorimétricos das regiões do cerne e alburno das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.....21
6. Tabela 6. Classificação da cor segundo os parâmetros colorimétricos do cerne e alburno das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.....22
7. Tabela 7. Densidade básica da madeira das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.....23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico.....	16
Figura 2. Variação base-topo da porcentagem de cerne das espécies <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>Eucalyptus pillularis</i> aos 6 anos de idade.....	18
Figura 3. Variação base-topo da casca das espécies <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>Eucalyptus pillularis</i> aos 6 anos de idade.....	19
Figura 4. Variação base-topo da excentricidade da medula das espécies <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>Eucalyptus pillularis</i> aos 6 anos de idade.....	20
Figura 5. Variação base-topo da densidade básica da madeira das espécies <i>Eucalyptus cloeziana</i> e <i>Eucalyptus pillularis</i> aos 6 anos de idade.....	23

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* tem sido amplamente cultivado devido às suas características comerciais vantajosas. A maioria das espécies são valorizadas pela sua utilidade na produção de polpa celulósica, carvão vegetal, madeira sólida e óleos essenciais (Guerino, 2022). Assim, o eucalipto é a principal espécie arbórea plantada no Brasil, com cultivo presente em 76% da área de florestas plantadas no país, o que corresponde a 7,6 milhões de hectares (IBÁ, 2023). As espécies mais cultivadas para fins comerciais são *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, bem como seus híbridos (Assis et al., 2015; Silva et al., 2019). A produtividade média das florestas destas espécies é de 32,7 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e apresenta um dos menores ciclos entre o plantio e a colheita do mundo (IBÁ, 2023).

Além das espécies *E. grandis* e *E. urophylla* e seus híbridos, outras espécies de eucalipto também são utilizadas, porém em menor escala. Essas espécies apresentam potencial para contribuir com o setor florestal, por isso, é necessário conhecer as características da madeira de espécies de eucalipto não tradicionais, como *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, para fornecer informações necessárias para ampliar a base genética disponível para os programas de melhoramento (Melo, 2022).

O *Eucalyptus cloeziana*, é uma espécie nativa do norte da Austrália. Seu nome homenageia o botânico francês Alfred Pierre Cloez, que contribuiu significativamente para o estudo da flora australiana (Castellano et al., 2013). A espécie se destaca por suas qualidades e uso potencial nas indústrias da madeira sólida. Diversos estudos, como o de Orefice et al. (2017), comprovam o interesse crescente por essa espécie notável, impulsionado por sua rápida taxa de crescimento e madeira de qualidade. Costa et al. (2018) destacam a resistência natural do *E. cloeziana* a insetos e fungos, o que contribui para sua longevidade e baixa necessidade de tratamentos químicos. Essas características contribuem para o uso sustentável da madeira dessa espécie.

Seu potencial para diversas aplicações e contribuição para a preservação ambiental a colocam como um ativo estratégico para o futuro da silvicultura e da produção madeireira. Sua madeira se destaca por sua alta qualidade, resistência e durabilidade, o que a torna uma escolha popular para diversos setores, como construção civil, fabricação de móveis e produção de papel (IBF, 2020).

Outra espécie não tradicional é o *Eucalyptus pilularis*, que se destaca como uma joia, ostentando propriedades excepcionais e potencial produtivo inigualável na indústria da madeira. Pesquisas como a de Lee et al. (2018) comprovam sua excelência, evidenciando a rápida taxa de crescimento que a torna uma opção estratégica para

plantios comerciais em diversas regiões do mundo. O ritmo de crescimento do *E. pilularis* supera o dos seus pares e proporciona aos produtores florestais um retorno do investimento mais rápido e eficiente. Essa característica o torna uma escolha inteligente para plantios em larga escala, impulsionando a produtividade e otimizando os recursos.

A qualidade da madeira de eucalipto está relacionada à soma de características e propriedades adequadas a um determinado uso. Diante disso as regiões do cerne e alburno do lenho assumem papéis cruciais, influenciando diretamente sua qualidade e versatilidade em aplicações industriais. Conforme pesquisas de Smith et al. (2019), desvendar as diferenças entre essas duas regiões da árvore - o cerne, a parte mais antiga e central, e o alburno, a camada de crescimento mais recente - é essencial para uma avaliação precisa das propriedades físicas e mecânicas da madeira, como densidade e resistência. Além disso, o cerne pode conter óleos, resinas, gomas e/ou compostos fenólicos, que são elementos que conferem uma coloração mais escura a madeira e contribuem para uma maior durabilidade natural (Pereira et al., 2013).

O *Eucalyptus cloeziana* possui uma densidade consideravelmente boa, e é conhecido por sua durabilidade e resistência, com fatores que contribuem para sua aplicação em construção e usos externos (Bootle, 2005; Nicholson, 2008). A densidade da madeira de *Eucalyptus pilularis* também contribui para sua qualidade estrutural e estética, sendo frequentemente utilizado em pisos e móveis (Ilic, 2000; Bootle, 2005).

Apesar do Brasil possuir extensos programas de reflorestamento com diversas espécies de eucalipto, há poucos estudos que detalham a produtividade e as características da madeira dessas espécies não tradicionais. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da madeira jovem de *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, com base nas regiões do cerne e alburno.

2.2 OBJETIVOS

2.3 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da madeira jovem de *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, com base nas regiões do cerne e alburno.

2.3.1 Objetivos específicos

- Avaliar a proporção de cerne e alburno no sentido base-topo das espécies *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, como um indicador de qualidade da madeira;
- Determinar a porcentagem de casca e o deslocamento da medula nos discos de

- madeira de ambas as espécies;
- Realizar uma caracterização da coloração das regiões do cerne e albúrnio das espécies em estudo;
 - Determinar a densidade básica da madeira com variabilidade base-topo das espécies *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produtividade e qualidade da madeira de eucalipto no Brasil

O Brasil se destaca como um dos principais produtores de madeira do mundo, com extensas áreas destinadas ao cultivo de florestas plantadas. Entre essas plantações, o eucalipto se destaca por sua alta produtividade e adaptabilidade a diversos climas e solos (IBGE, 2021). O plantio do gênero *Eucalyptus* no Brasil compreende uma área de 7,6 milhões de hectares, que corresponde a 76% de toda área plantada do país, e uma produtividade de 32,7 m³.ha.ano (IBÁ, 2023).

No setor florestal brasileiro, algumas das principais espécies e clones de eucalipto utilizados são: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus pellita* (IBÁ, 2022). A escolha das espécies e clones de eucalipto está diretamente relacionada ao clima local e à demanda do mercado. De acordo com Latorraca e Albuquerque (2000), algumas espécies são mais adequadas para climas específicos, como o *Eucalyptus urophylla* é preferido em áreas mais úmidas e quentes, e o *Eucalyptus grandis* é mais adaptado a climas subtropicais.

A escolha das espécies e clones utilizados em plantações florestais é influenciada por diversos fatores, além do clima, como a demanda por características específicas da madeira, tais como resistência, densidade e crescimento (Fernandes e Gonçalves, 2013). Nesse contexto, a madeira de eucalipto se destaca por apresentar diversas características que a tornam altamente valorizada e amplamente utilizada em diversas indústrias (BRASIL, 2019).

Entre as propriedades notáveis da madeira de eucalipto, podemos citar sua alta densidade (Carvalho et al., 2008), e as características macroscópicas. A porcentagem de cerne, que é a região mais escura e interna da madeira, pode variar entre as espécies de eucalipto e influenciar suas propriedades físicas e mecânicas (Castellano et al., 2013).

A cor da madeira também é um fator importante para sua valoração e

identificação. A coloração está relacionada à presença de compostos fenólicos e outros extrativos, conferindo tonalidades distintas às diferentes espécies (Araújo et al., 2004). A diferenciação de cor entre o cerne e o alburno (parte mais clara) auxilia na determinação da qualidade e do potencial de uso da madeira.

Além das espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, outras não tradicionais tem se destacado no setor florestal. O *Eucalyptus pilularis*, conhecido como "eucalipto preto", por exemplo, é valorizado pela resistência da madeira e seu potencial para uso em construções pesadas, estruturas de pontes e postes, conforme destacado por Oliveira et al. (2019). Por sua vez, o *Eucalyptus cloeziana* é reconhecido por sua madeira de alta qualidade, especialmente para produção de móveis e revestimentos, conforme apontado por Silva et al. (2020).

Segundo Silva et al. (2020), a madeira de eucalipto é também utilizada na produção de carvão vegetal, contribuindo para a indústria siderúrgica e de energia, além de ser uma opção sustentável para a geração de calor em sistemas de aquecimento. Ainda, pesquisas como as de Santos et al. (2019) ressaltam a importância do eucalipto na indústria de celulose, destacando seu rápido crescimento e a alta produtividade por hectare como fatores-chave para a viabilidade econômica dessa atividade.

Assim, o estudo de espécies não tradicionais de eucalipto, como o *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis*, é fundamental para ampliar o conhecimento sobre a diversidade genética e as potencialidades dessas madeiras na indústria florestal. Conforme discutido por Castellano et al. (2013), explorar espécies menos convencionais pode contribuir para a diversificação dos recursos florestais, proporcionando alternativas sustentáveis de matéria-prima; identificação de características únicas, como resistência a pragas e doenças, crescimento rápido e qualidade da madeira, para atender demandas específicas do mercado; e aumento da resiliência dos sistemas florestais frente a mudanças climáticas e desafios ambientais.

3.2 *Eucalyptus cloeziana*

A madeira de *Eucalyptus cloeziana*, também conhecida como eucalipto cloeziana, é reconhecida por suas propriedades específicas que a tornam adequada para diversas aplicações industriais. De acordo Silva et al. (2020), as principais características desta espécie são:

- **Densidade e Resistência Mecânica:** A madeira de *Eucalyptus cloeziana* apresenta uma densidade média alta e boa resistência mecânica, tornando-a

adequada para uso em construção civil e na fabricação de móveis. Estudos como o de Corrêa et al. (2019) destacam a densidade e resistência da madeira de *Eucalyptus cloeziana* como vantagens para sua utilização em estruturas de madeira.

- **Durabilidade Natural:** A madeira de *Eucalyptus cloeziana* possui uma alta durabilidade natural devido à presença de substâncias como taninos e óleos essenciais, tornando-a resistente ao ataque de insetos e fungos. Pesquisas como as de Silva et al. (2021) ressaltam a durabilidade natural da sua madeira como uma característica importante para sua aplicação em ambientes externos.
- **Facilidade de Trabalho e Acabamento:** A madeira de *Eucalyptus cloeziana* é relativamente fácil de trabalhar e apresenta bom acabamento superficial, sendo adequada para processamento em serrarias e indústrias de móveis. Estudos como o de Oliveira et al. (2020) destacam a facilidade de processamento da sua madeira, sendo uma vantagem para sua utilização em diversas aplicações industriais.
- **Características Estéticas:** Além de suas propriedades físicas e mecânicas, a madeira de *Eucalyptus cloeziana* também apresenta características estéticas atraentes, como coloração uniforme e textura homogênea, tornando-a uma escolha popular para revestimentos e acabamentos decorativos. Estudos como o de Gonçalves et al. (2020) destacam as características estéticas da sua madeira como uma vantagem para sua utilização em projetos arquitetônicos e de design.

3.3 *Eucalyptus pilularis*

- A madeira de *Eucalyptus pilularis* é amplamente reconhecida por suas propriedades específicas que a tornam adequada para diversas aplicações industriais. Estudos recentes destacam suas características favoráveis, que incluem alta densidade, resistência mecânica, durabilidade natural, facilidade de trabalho e acabamento, além de apelo estético (SILVA 2020). De acordo com Silva et al. (2020), as principais características desta espécie são:
- **Densidade e Resistência Mecânica:** A madeira de *Eucalyptus pilularis* apresenta uma densidade média a alta, com valores típicos de densidade seca ao ar variando entre 850 e 1100 kg/m³. Essa característica, aliada à sua boa resistência mecânica, torna-a ideal para uso em construção civil e na fabricação de móveis. Estudos como os de Lima et al. (2019) ressaltam a

densidade e a resistência da sua madeira como vantagens significativas para sua utilização em estruturas, conferindo-lhe robustez e longevidade em aplicações estruturais.

- **Durabilidade Natural:** A madeira de *Eucalyptus pilularis* possui uma durabilidade natural moderada a alta devido à presença de compostos como taninos e óleos essenciais, que conferem resistência ao ataque de insetos e fungos. Pesquisas como as realizadas por Ferreira et al. (2021), destacam essa durabilidade natural como uma característica crucial para sua aplicação em ambientes externos, onde a exposição a elementos pode comprometer outras espécies de madeira.
- **Facilidade de Trabalho e Acabamento:** Apesar de sua densidade elevada, a madeira de *Eucalyptus pilularis* é relativamente fácil de trabalhar e apresenta um bom acabamento superficial. Isso a torna adequada para processamento em serrarias e indústrias de móveis. Estudos, como o de Souza et al. (2020), enfatizam a facilidade de processamento da madeira de *Eucalyptus pilularis*, destacando-a como uma vantagem significativa para sua utilização em diversas aplicações industriais, desde móveis até componentes estruturais.
- **Características Estéticas:** Além de suas propriedades físicas e mecânicas, a madeira de *Eucalyptus pilularis* também é valorizada por suas características estéticas atraentes, como coloração uniforme que varia do amarelo claro ao marrom palha, e uma textura homogênea. Estudos como os de Almeida et al. (2020) apontam que essas características estéticas fazem da madeira de *Eucalyptus pilularis* uma escolha popular para revestimentos e acabamentos decorativos, agregando valor estético a projetos arquitetônicos e de design.

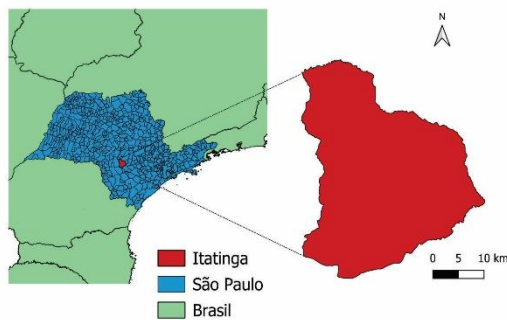
4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo e seleção das árvores

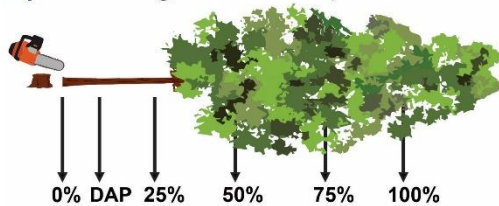
As árvores deste estudo são provenientes de parcelas experimentais do Programa Cooperativo sobre Melhoramento Florestal – PCMF (<https://www.ipef.br/pcmfm/>), coordenado pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). Foram coletadas 14 árvores aos seis anos de idade na Estação Experimental de Itatinga, São Paulo, sendo 7 árvores de cada espécie, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, o critério de seleção foi diâmetro médio. A população de *E. cloeziana* foi implantada em setembro de 2017, com área de 2,7 hectares, 4.467 árvores e reúne materiais de duas instituições brasileiras (Esalq e Aperam), das quais 70% foram obtidas em populações formadas pela procedência de Gympie (QLD). Enquanto a de *E. pilularis* foi implantada em abril de 2017, área de 1,5 hectares e 2460 árvores úteis reunindo materiais disponíveis em três instituições brasileiras (Suzano, Aperam e Esalq), sendo uma população multiprocedência com praticamente todas as regiões de ocorrência da espécie. As regiões avaliadas apresentam clima tropical, com estação seca e verão chuvoso, sendo classificadas como Cfa. com temperatura média 21.3°C com base na classificação de Köppen (Alvares et al. 2013).

A cubagem rigorosa foi realizada pelo método Smalian (Soares et al., 2011) e a altura comercial foi definida como diâmetro mínimo de 6 cm com casca (Tabela1). Foram retirados um disco de 3 cm de espessura de seis posições das árvores a 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo de 6 cm) para caracterização macroscópica e densidade básica da madeira (Figura 1).

A) Área de Estudo



B) Amostragem Base-Topo



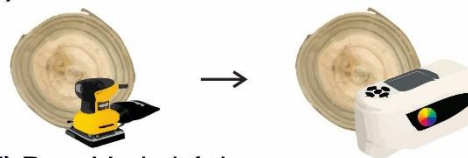
C) Porcentagem de Cerne, Albarno e Casca



D) Excentricidade da Medula



E) Análise da cor



F) Densidade básica

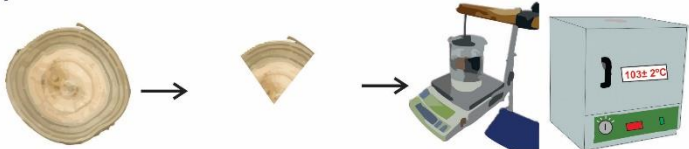


Figura 1. Esquema metodológico. Em que: A = Referente a área de coleta do material analisado; B = Posições dos discos amostrais; C = Preparo de amostra juntamente com análise de porcentagem de casca, cerne e albarno; D = Preparo de amostra e análise de excentricidade da medula (RM= raio maior, Rm = raio menor e Rp= o raio medido nas pontas do disco com mesma distância); E = Preparo e análise de cor com espectrofotômetro; F = Preparo da amostra e análise da densidade básica.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros dendrométricos das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Espécie	DAP (cm)	Altura comercial (m)	Volume (m ³ .ha)	IMA (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	15,14	20,43	166,38	27,73
<i>Eucalyptus pilularis</i>	14,29	18,66	204,24	34,04

4.2 Preparo das amostras

Após a coleta, os materiais foram enviados para o Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCMF/UFES) em Jerônimo Monteiro – ES, onde foram organizados e armazenados por espécie no galpão de armazenamento do departamento. Posteriormente, os discos foram polidos com lixas de grãos 50 e 80 para melhorar e facilitar a visualização da superfície das características da madeira,

especialmente para diferenciação das regiões do cerne e alburno.

4.3 Porcentagem de cerne e casca

A variação da porcentagem de cerne e casca da base ao topo das árvores foi determinada a partir das seis posições diferentes da árvore. Em seguida, para delimitação da área total do disco, os discos foram escaneados com um Scanner Epson Perfection v750 pro/600 dpi e a área total do disco, lenho e cerne foi realizada utilizando o software Image Pro-plus 6.2, no qual foi determinada a porcentagem de cerne e casca em cada disco, usando um sistema de análise de imagem (Image Pro-plus 6.2) (Almeida et al., 2022).

4.4 Excentricidade da medula

A partir das imagens escanear dos discos, foi possível realizar a medição de deslocamento da medula das espécies. Para tal, utilizou-se um sistema de imagem digital Image Pro-plus 6.2, no qual, as imagens foram analisadas e medidas o deslocamento da medula em relação ao centro geométrico do disco, conforme metodologia de Lima et al. (2007).

4.5 Análise da cor

A avaliação da cor dos discos foi realizada por meio do espectrofotômetro portátil (CM 2600-D, KONICA MINOLTA), nas regiões do cerne, alburno e próximo da medula de cada espécie. Realizaram-se duas leituras em cada região, totalizando 6 mensurações por disco. A análise de colorimetria seguiu o sistema CIEL*a*b (1976), configurado pelos parâmetros colorimétricos luminosidade (L^*) no eixo preto e branco, variando de 0 a 100, matiz do eixo verde-vermelho (a^*) e azul-amarelo (b^*), ambos variando de 60 a +60 (Garcia et al., 2014). A saturação da cor (C) com variação de 0 a 60, e o ângulo de tinta (h^*) compreendido entre 0 e 360°, foram calculados conforme a D2244-21 (ASTM, 2022). A partir dos parâmetros colorimétricos, foi possível classificar as cores da madeira de acordo com o agrupamento de Cluster utilizando a tabela de cores desenvolvida por Camargos e Gonzalez (2001).

4.6 Densidade básica

Após a análise macroscópica da madeira, foi retirado uma cunha de cada

disco nas seis posições das árvores de *E. cloeziana* e *E. pilularis* (0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial) para determinação da densidade básica da madeira no sentido base-topo. A densidade básica foi determinada pela razão do volume saturado pela massa seca conforme a norma NBR 11941 (ABNT, 2003).

4.7 Análise estatística

Aplicou-se a análise descritiva para avaliar a qualidade da madeira jovem de *E. cloeziana* e *E. pilularis*. E para verificar a diferença das características entre as espécies, foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de significância.

5 RESULTADOS

5.1 Porcentagem de cerne e variação base-topo

Com base nos dados obtidos por médias de porcentagem de cerne de cada espécie, o *Eucalyptus pillularis* obteve maior cerne comparado ao *Eucalyptus cloeziana*, conseqüentemente tendo maior produtividade. E estatisticamente obteve diferença significativa com superioridade do *Eucalyptus pillulares*.

Tabela 2. Porcentagem de cerne das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.

Parâmetro	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	<i>Eucalyptus pilulares</i>
Média	24,93 b	33,74 a
Desvio Padrão	5,40	4,73
Mínimo	16,96	29,08
Máximo	29,67	39,78

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Em relação a variabilidade base-topo, a porcentagem de cerne foi maior na base. Sendo que, comparando as duas espécies, o *Eucalyptus pilularis* mesmo apresentando maior produtividade de cerne, a sua presença só ocorreu até a posição de 50% da altura comercial.

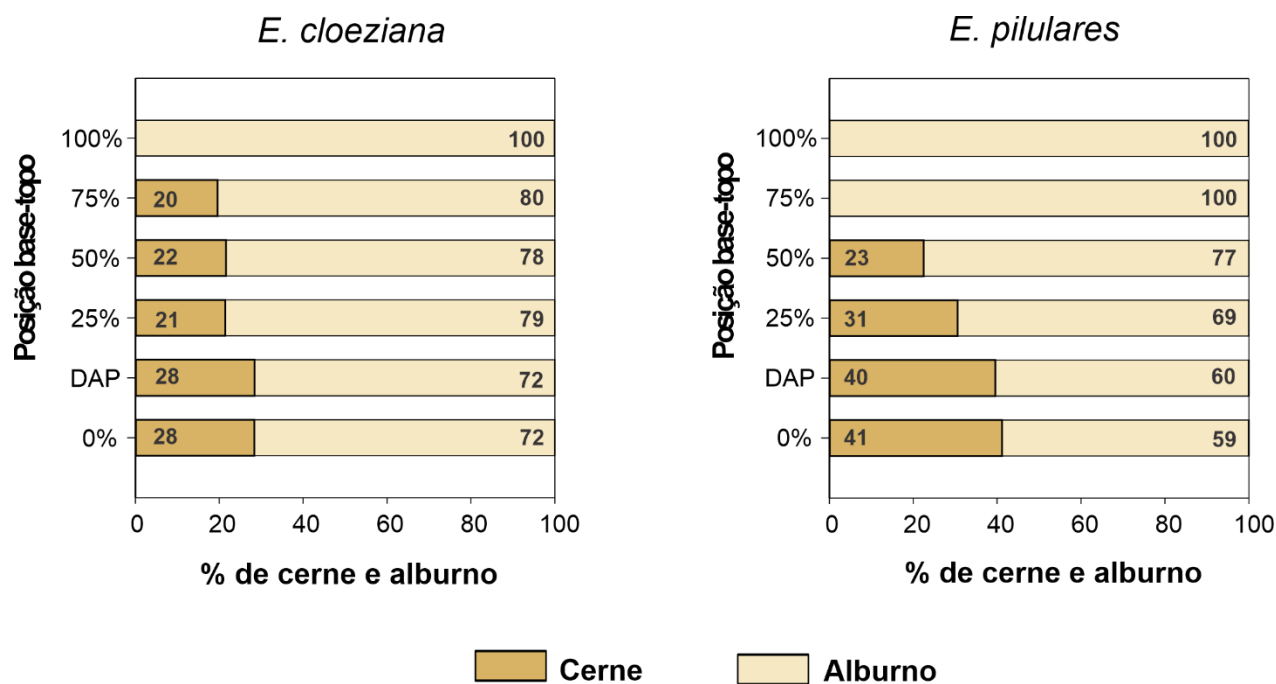


Figura 2. Variação base-topo da porcentagem de cerne do disco das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

5.2 Porcentagem de casca e excentricidade da medula

A análise de porcentagem de casca apresentou que não houve diferença estatística entre as espécies (Tabela 3). Contudo, nota-se que houve um maior índice para *Eucalyptus cloeziana*, com uma diferença de 1,46% de casca em comparação com *Eucalyptus pilularis*.

Tabela 3. Porcentagem de casca das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Parâmetro	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	<i>Eucalyptus pilularis</i>
Média	18,10 a	16,64 a
Desvio Padrão	2,46	0,84
Mínimo	15,15	15,70
Máximo	21,29	18,01

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Observa-se na figura 3 que para a variabilidade base-topo da porcentagem de casca, as espécies apresentaram maior porcentagem topo, com maior decréscimo em 50% da altura comercial, seguida pelo aumento até a base. Entre as espécies, nota-se uma pequena diferença, com *Eucalyptus cloeziana* sendo superior.

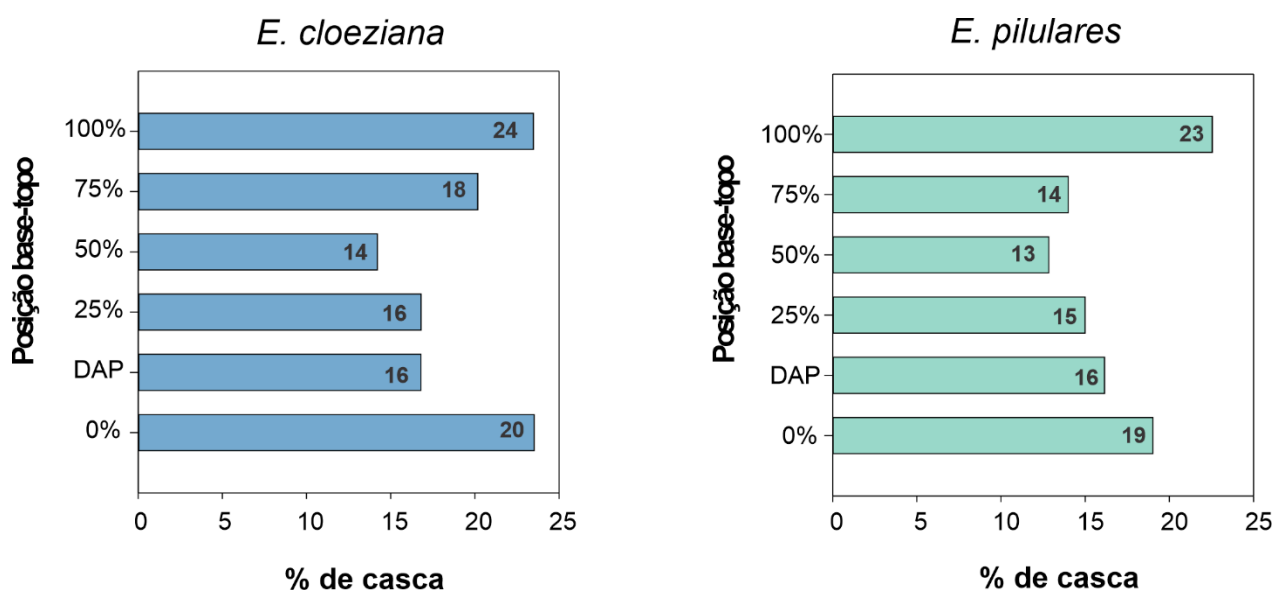


Figura 3. Variação base-topo da casca das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Para a excentricidade da medula, nota-se na tabela 4 que o *Eucalyptus pilularis* obteve maior índice, porém estatisticamente não houve diferença na média entre as espécies estudadas.

Tabela 4. Excentricidade da medula das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Parâmetro	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	<i>Eucalyptus pilularis</i>
Média	3,62 a	4,24 a
Desvio Padrão	0,67	1,50
Mínimo	2,59	3,02
Máximo	4,43	6,90

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Para a variabilidade base-topo, foi observado que o *E. pilularis* apresentou maior variação ao longo do fuste e maiores deslocamento da medula (Figura 4). Enquanto que *E. cloeziana* teve menor variação e menor deslocamento.

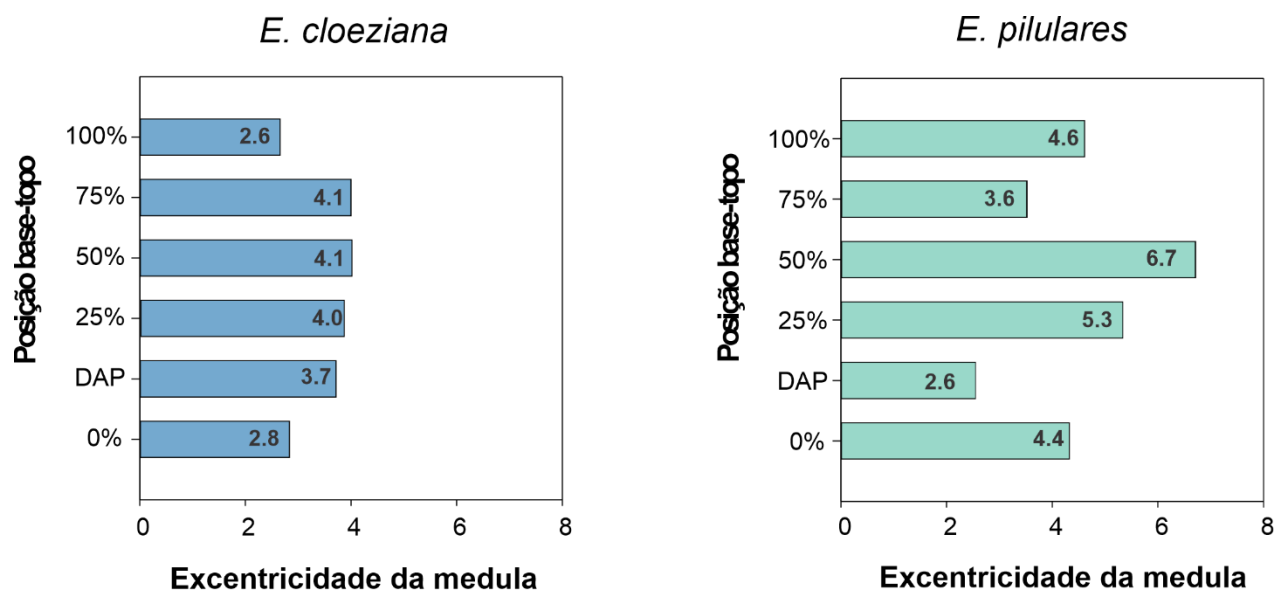


Figura 4. Variação base-topo da excentricidade da medula das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

5.3 Cor da madeira

Na Tabela 5 é possível verificar que as regiões cerne e alburno da madeira possuem dados similares, não apresentando diferença. Além disso, entre as espécies florestais também não foi obtido diferença estatística, tendo assim coloração semelhante.

Tabela 5. Parâmetros colorimétricos das regiões do cerne e alburno das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.



Espécie	Região	L*	a*	b*	C*	h
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	Cerne	63	8	25	27	73
	Alburno	65	6	20	21	74
	Média	64,31 a	6,41 a	21,68 a	22,68 a	73,64 a
<i>Eucalyptus pilularis</i>	Cerne	63	7	25	26	74
	Alburno	67	6	20	21	74
	Média	65,87 a	6,04 a	21,34 a	22,21 a	74,24 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Com base no parâmetros colorimétrico, nota-se que a cor dominante para a madeira das espécies *E. cloeziana* e *E. pilularis* é cinza rosado (Tabela 6). Tendo em

vista que as regiões do cerne e albarno também apresentaram a mesma coloração. Assim, é possível observar que as espécies nitidamente possuem a mesma cor de cinza rosado, não apresentando diferenças também entre cores no cerne e albarno.

Tabela 6. Classificação da cor segundo os parâmetros colorimétricos do cerne e albarno das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Espécie	Região	N.º Cluster	Cor predominante*	Disco
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	Cerne	16	Cinza rosado	
	Albarno	16	Cinza rosado	
<i>Eucalyptus pilularis</i>	Cerne	16	Cinza rosado	
	Albarno	16	Cinza rosado	

*Classificação proposta por Camargos e González (2001).

5.4 Densidade básica

Na tabela 7, pode-se observar que não obteve diferença estatística para a densidade básica entre as espécies florestais. Contudo, *Eucalyptus cloeziana* apresentou uma madeira mais densa do que *Eucalyptus pilularis*.

Tabela 7. Densidade básica da madeira das espécies *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* aos 6 anos de idade.

Parâmetro	<i>Eucalyptus cloeziana</i>	<i>Eucalyptus pilularis</i>
Média	537 a	543 a
Desvio Padrão	34,40	29,15
Mínimo	492	499

Máximo	571	589
--------	-----	-----

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

Comparando as espécies e suas respectivas posições de amostragem, ambas possuíram suas bases com maior densidade, e um decréscimo até o topo da árvore. Assim, as espécies florestais apresentaram perfil semelhante para a variabilidade base-topo da densidade básica da madeira.

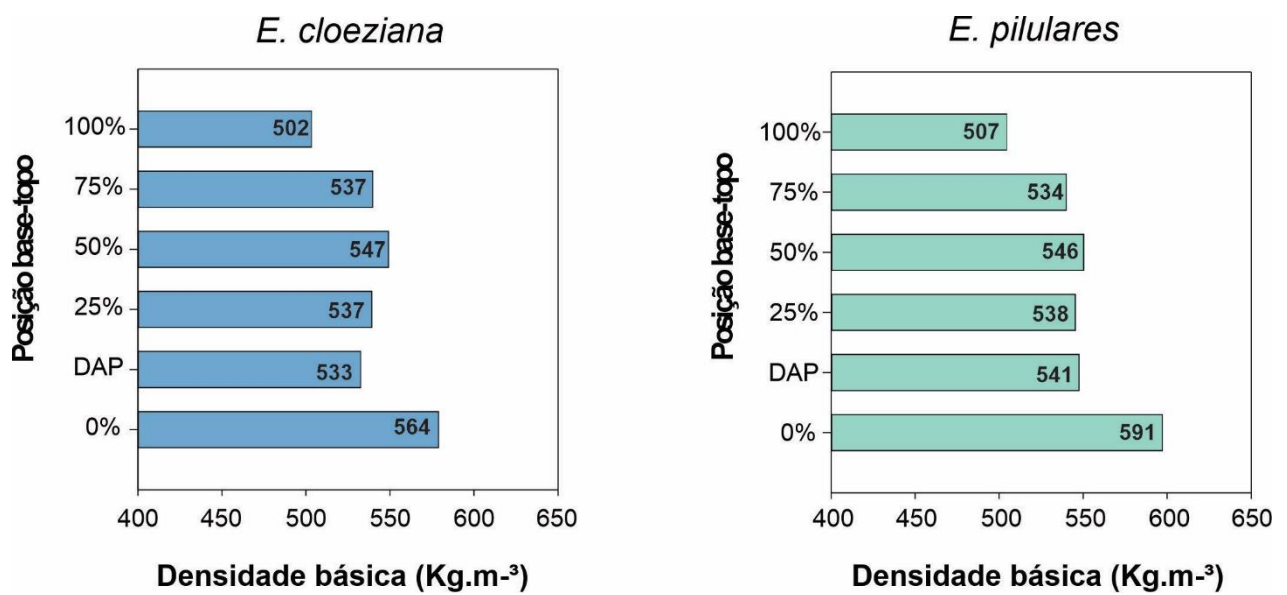


Figura 5. Variação base-topo da densidade básica da madeira das espécies *Eucalyptuscloeziana* e *Eucalyptus pillularis* aos 6 anos de idade.

6 DISCUSSÃO

As camadas de madeira recém-formadas se desenvolvem gradualmente da base ao topo do tronco, com a área de cerne na base representando a madeira mais antiga. À medida que a árvore envelhece, a quantidade de cerne no tronco aumenta (Santos et al., 2004; Canal et al., 2020). Verificou-se este fato para o percentual de cerne da madeira de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis*, e os resultados foram semelhantes aos da literatura para a formação e variação da madeira de eucalipto entre 2 e 6 anos de idade (Cherelli et al., 2018; Brito et al., 2019; Santos et al., 2021).

Madeiras com maior proporção de cerne tendem a ter um valor comercial mais alto, devido às suas propriedades superiores. Isso afeta diretamente a economia das plantações de eucalipto e a rentabilidade dos produtos finais (Brito et al., 2019). Tendo em vista os resultados de porcentagem de cerne, o *Eucalyptus pilularis* obteve maior porcentagem, desta forma, o cerne do eucalipto é geralmente mais durável e resistente a ataques de pragas e fungos em comparação ao alburno. Esta característica é essencial para usos onde a durabilidade é crítica, como na construção civil e em móveis de exterior (Santos et al., 2004).

De modo geral, as duas espécies possuem uma porcentagem de casca considerável, e apesar do *Eucalyptus cloeziana* apresentar maior índice, ambas as espécies possuem percentual de casca adequado para uma boa proteção natural, contra pragas e doenças, contribuindo para a saúde e longevidade da árvore. (Smith et al., 2017).

Além de a casca do eucalipto ser valorizada em diversas indústrias, como na produção de biomassa e taninos, o que amplia suas aplicações industriais e valor econômico (Jones et al., 2019). Já para celulose a remoção da casca é imprescindível para manter a qualidade da extração, pois a quantidade de casca influencia o rendimento e os custos de processamento (Brown et al., 2018).

O deslocamento da medula pode influenciar nas propriedades mecânicas da madeira e na sua aplicação industrial (Silva et al., 2018). Para os materiais em estudo, os discos não foram tão afetados na qualidade e uniformidade da madeira, desta forma não influenciando na aplicação da madeira na indústria de madeira sólida.

Durante a formação do cerne, as paredes celulares são saturadas com taninos, resinas e corantes, que bloqueiam os vasos e escurecem a madeira em relação ao alburno (Nogueira e Ballarin, 2008). A variação de luminosidade entre o cerne e o alburno na mesma espécie enfatiza a importância de estudar a coloração dessas distintas regiões da árvore. No caso da madeira do eucalipto, o cerne exibe menos

variações comparada as espécies estudadas. O cerne contém uma quantidade maior de extrativos do que o alburno, e a cor é diretamente influenciada pelos tipos de extrativos presentes (Maia et al., 2020). Isso justifica a evidente diferença de cor entre essas duas regiões das espécies *E. cloeziana* e *E. pilularis*, mesmo não apresentando diferença estatística na coloração das duas regiões.

Como por exemplo, apesar do *E. pilulares* apresentar maior porcentagem de cerne, sua variação de cor não se diferenciou entre as espécies, por conta de pequenas linhas no cerne que juntas resultaram em uma média de uma única cor, o Cinza rosado, que foi a predominância de acordo com Cluster. Assim, a cor cinza rosado encontrada nestas espécies pode ser mais vantajosa para a indústria moveleira, que busca essa tonalidade específica. Além disso, essa cor é apreciada na fabricação de pequenos objetos, como talheres e tábuas, que ficam esteticamente agradáveis nas tonalidades das espécies estudadas (Silva et al., 2018).

A densidade da madeira de eucalipto é um parâmetro fundamental que influencia diretamente suas propriedades, sua durabilidade e sua aplicabilidade em diferentes setores industriais (Ilic, 2000; Bootle, 2005). Espécies como o *E. pilularis* e *E. cloeziana*, possuem densidades mais elevadas do que as demais espécies tradicionais, o que lhes confere excelente resistência e durabilidade. Essas madeiras são preferidas em aplicações que exigem robustez e resistência ao desgaste, como construção civil, fabricação de móveis e estruturas expostas a intempéries (Ilic, 2000; Bootle, 2005).

Desta forma este estudo servirá de auxílio, principalmente, para uso no futuro das madeiras de *E. pilularis* e *E. cloeziana*. Como para o setor de madeira sólida para fabricação de móveis, construções entre outros, já que foi observada que algumas propriedades destas espécies são favoráveis, como a densidade básica e a coloração homogênea entre as regiões do cerne e alburno.

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que a porcentagem de cerne foi maior para *Eucalyptus pilularis* em relação a *Eucalyptus cloeziana*, com aumento de acordo com a posição do disco de madeira (base-topo). Já a análise de cor, densidade básica, excentricidade da medula, porcentagem de casca e densidade básica da madeira apresentaram resultados semelhantes entre as espécies florestais.

A cor cinza rosada foi homogênea entre as regiões do cerne e albúrnio em ambas as espécies, sendo ideal para fins madeireiros, como construção em madeira, fabricação de móveis incluindo pequenos objetos. Desta forma, para a indústria moveleira que busca uniformidade de cor, essa tonalidade específica pode ser vantajosa.

Com isso as análises obtidas neste estudo, a caracterização macro do cerne e do albúrnio fornece informações importantes para a utilização dessas espécies não tradicionais em diversas aplicações industriais, e para a identificação e classificação precisas da madeira de *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus cloeziana*, além de auxiliar na avaliação da qualidade da madeira e no planejamento do manejo florestal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. L., Melo, A. B., Oliveira, L. J., Silva, J. G. M., Almeida, M. N. F., Silva, P. H. M., Vidaurre, G. B., & Godinho, T. F. (2023). Cor, grã e propriedades físico-mecânicas da madeira de *Corymbia* e *Eucalyptus* não tradicionais. *Scientia Forestalis*, 51, e4029. <https://doi.org/10.18671/scifor.v51.28>.

ARAÚJO, M. C.; DIAS, F. M.; VENDRAME, S. Avaliação da qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose e papel. *Revista Árvore*, v. 28, n. 2, p. 263-271, 2004.

ASSIS, T. F., Sturion, J. A., & Chaves, E. (2015). Melhoramento genético de espécies florestais. *Embrapa Florestas*.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA. *Balço Celulose e Papel 2006*. São Paulo: BRACELPA, 2007.

ASSOCIAÇÃO dos Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. *Anuário Estatístico da ABRAF 2008*. Brasília: ABRAF, 2009.

ASSOCIAÇÃO Mineira de Silvicultura – AMS. *Eucalipto em Minas Gerais*. Belo Horizonte: AMS, 2008.

BEECH, E. et al. GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. *Journal of Sustainable Forestry*, v. 36, n. 5, p. 454-489, 2017.

BOLAND, D. J. et al. *Forest trees of Australia*. Melbourne: CSIRO Publishing, 2006.

BOOTLE, K. R. (2005). *Wood in Australia: Types, properties, and uses*. McGraw-Hill.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Nacional de Florestas 2019-2030*. Brasília: MAPA, 2019.

BRITO, L. P., Lima, A. S., & Silva, M. D. (2019). Variação do cerne em eucalipto: Influências na qualidade da madeira. *Revista Brasileira de Engenharia Florestal*, 36(2), 135-145.

BROWN, R. et al. Processing implications of bark removal in eucalyptus pulp production. *Pulp and Paper Science*, 2018.

CABRAL, M. R.; GONÇALEZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C. Influência da idade e posição no fuste sobre as propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Brasileira de Engenharia de Madeira*, v. 2, n. 1, p. 45-56, 2006.

CABRAL, M. R.; GONÇALEZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C. Propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden para produção de móveis. *Scientia Forestalis*, v. 35, n. 84, p. 117-125, 2007.

CAMARGOS, J. A. A., & Gonzalez, J. C. (2001). Influência do matiz amarelo na definição da cor da madeira.

CANAL, W. D. et al. Effect of age on heartwood/sapwood relationship, extractive content, and permeability of teak wood. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 50, n. 4, p. 1698-1706, out./dez. 2020.

CARVALHO, G. M. de et al. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: avaliações dendrométricas das árvores e propriedades da madeira. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 83, p. 450-461, 2008.

CASTELLANO, D.; MAGALHÃES, P. S. G.; SCOLFORO, J. R. S. Produtividade e características tecnológicas de *Eucalyptus pilularis* Smith em Monte Alegre de Minas, MG. *Revista Árvore*, v. 37, n. 1, p. 153-160, 2013.

CHERELI, S. G. et al. Heartwood and sapwood in eucalyptus trees: nonconventional approach to wood quality. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v. 90, p. 425-438, 2018.

COSTA, A. F. et al. Natural resistance of *Eucalyptus spp.* to xylophages: a review. *Floresta e Ambiente*, v. 25, n. 2, e20160077, 2018.

FERNANDES, J. C.; GONÇALVES, J. L. M. Influência do clima na distribuição de espécies arbóreas no Brasil. *Floresta*, v. 43, n. 4, p. 557-566, 2013.

GOMES, A. C. *O Carvão Vegetal na Siderurgia Mineira: Desafios e Perspectivas*. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2006.

GONÇALVES, J. et al. (2017). *Growth dynamics and pith displacement in Eucalyptus trees*. *Forest Ecology and Management*.

GUERINO, A. A. (2022). Produção de eucalipto no Brasil: Avanços e perspectivas. *Revista Brasileira de Silvicultura*, 45(2), 123-130.

IBÁ – Indústria Brasileira De Árvores. *Relatório 2021: Ano base 2021*. São Paulo, SP, 2022.

IBÁ – Indústria Brasileira De Árvores. *Relatório 2022: Ano base 2022*. São Paulo, SP, 2023.

ILIC, J. (2000). *The CSIRO atlas of hardwoods*. CSIRO Publishing

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. *Eucaliptos*. *Scientia Forestalis*, (2013), p. 121-142. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr98/cap07.pdf>.

JONES, L. et al. Industrial applications of eucalyptus bark. *Industrial Plant Journal*, 2019.

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, M. G. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de eucalipto. *Scientia Forestalis*, v. 28, n. 73, p. 13-23, 2000.

LEE, S. S. et al. Growth and wood properties of *Eucalyptus pilularis* Sm. in New Zealand: a potential species for short-rotation forestry. *New Zealand Journal of Forestry Science*, v. 48, n. 1, p. 1-13, 2018.

LIMA, A. P., Santos, F. J., & Pereira, M. T. (2019). *Densidade e resistência mecânica da madeira de Eucalyptus pilularis: Aplicações estruturais e de construção*. Journal of Wood Science and Technology, 53(4), 789-801.

MAIA, J. H.; FERREIRA, L. M. M.; CASTRO, V. G. Influence of extractives on the color of woods from Caatinga. *Advances in Forestry Science*, v. 7, n. 2, p. 1043-1048, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i2.9421>.

MELO, A. B. *Produtividade e qualidade da madeira de espécies de Corymbia e Eucalyptus em dois sítios do Brasil*. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santos, Jerônimo Monteiro, 2022.

NICHOLSON, D. (2008). *Eucalypt plantings in China and their impacts*. In: *A compilation of research on Australian hardwoods*.

NOGUEIRA, M. & Ballarin, A. W. (2008). Impregnação das paredes celulares com taninos, resinas e corantes no processo de formação do cerne.

OLIVEIRA, M. et al. (2019). *Impact of pith displacement on sawmilling processes in Eucalyptus*. Sawmill Operations Review.

OREFICE, L. A. S. et al. Growth and nutritional response of *Eucalyptus spp.* and *Corymbia spp.* to fertilization in Brazil. *Journal of Forestry Research*, v. 28, n. 6, p. 1227-1235, 2017.

PAES, J. B.; RODRIGUES, J. C.; LATORRACA, J. V. F. Influência da idade e posição no fuste sobre as propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Brasileira de Engenharia de Madeira*, v. 2, n. 1, p. 45-56, 2001.

PEREIRA, J. C. D., Oliveira, A. C., & Lima, J. T. (2013). Características do cerne e alburno do eucalipto. *Revista Árvore*, 37(4), 779-785.

RODRIGUES, J. C.; LATORRACA, J. V. F.; GONÇALVES, J. C. Influência da idade e posição no fuste sobre as propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Brasileira de Engenharia de Madeira*, v. 2, n. 1, p. 45-56, 2008.

SANTOS, M. A., Lima, P. V., & Almeida, S. M. (2004). Formação do cerne e suas implicações na qualidade da madeira de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciências Florestais*, 24(1), 75-85.

SANTOS, A. et al. (2021). *Influence of pith displacement on pulp yield and quality in Eucalyptus*. Pulp and Paper Science Journal.

SILVA, F. L. et al. Wood Quality of *Eucalyptus spp.* for Different Industrial Uses. *BioResources*, v. 15, n. 2, p. 2895-2908, 2020.

SILVA, R. et al. (2018). *Effects of pith displacement on wood quality in Eucalyptus*. Wood Science and Technology Journal.

SMITH, J. et al. Wood Properties and Utilization of Eucalyptus. In: *Eucalyptus: The Genus Eucalyptus*. CRC Press, 2019. p. 97-122.

SOARES, J. B. *Competitividade da Cadeia Produtiva da Celulose no Brasil*. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

TAYLOR, M. et al. Sustainable uses of eucalyptus bark for biomass energy. *Renewable Energy Journal*, 2020.

TRUGILHO, P. F. Propriedades da madeira de *Eucalyptus spp.* para produção de carvão vegetal. *Scientia Forestalis*, v. 37, n. 88, p. 137-144, 2009.