



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**Variabilidade de cores em madeiras de clones de
híbridos de *Eucalyptus* spp.**

CLÁUDIA LOPES SELVATI DE OLIVEIRA MORI

2003



CLÁUDIA LOPES SELVATI DE OLIVEIRA MORI

Variabilidade de cores em madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciência e Tecnologia da Madeira, para a obtenção do título de “Mestre”

Orientador:

Prof.: José Tarcísio Lima

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Mori, Cláudia Lopes Selvati de Oliveira

Variabilidade de cores em madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. /
Cláudia Lopes Selvati de Oliveira Mori. -- Lavras : UFLA, 2003.
59 p. : il.

Orientador: José Tarcísio Lima.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Madeira. 2. Variabilidade. 3. Cor. 4. *Eucalyptus*. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-634.97342
-634.98

CLÁUDIA LOPES SELVATI DE OLIVEIRA MORI

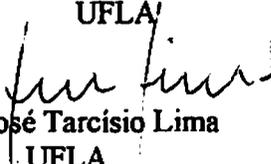
Variabilidade de cores em madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciência e Tecnologia da Madeira, para a obtenção do título de “Mestre”

APROVADA em 06 de março de 2003

Prof. Paulo Fernando Trugilho UFLA

Prof. Fábio Akira Mori UFLA


Prof. José Tarcísio Lima
UFLA
(orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus por me dar sempre forças pra levar adiante meus projetos me concedendo o maior dom do mundo: a vida.

A meus pais que me ajudaram a chegar onde estou hoje, e principalmente a meu pai Ernani Selvati (in memorian) que sempre foi meu exemplo de coragem e de fortaleza, a você eu dedico mais essa vitória.

A meu esposo pelo amor e carinho e pela confiança que sempre depositou em mim.

A meus amigos que compartilharam comigo de todas as minhas alegrias e tristezas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

De forma especial quero agradecer a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade não somente de realizar o curso, mas por aprimorar meus conhecimentos.

Ao professor José Tarcísio Lima pela orientação e pela condução ao meu trabalho.

Aos professores Joaquim Carlos Gonçalcz e Gérard Janin, pelas valiosas críticas e sugestões dadas neste trabalho.

Aos professores Paulo Fernando Trugilho e Fábio Akira Mori, pela co-orientação e atenção a mim despendido.

Ao Laboratório de Painéis Florestais (LPF) – IBAMA por me oferecerem condições para desenvolver meu trabalho e em especial ao José Arlete Camargos, por me ajudar na análise do material.

Aos funcionários Gilson e Ernani da Marcenaria. Ao José Fazenda da Serraria. Obrigada pela grande força que vocês me deram para a obtenção das minhas amostras.

Aos meus amigos e colegas Beto Caldas, Takeo e Marciel, que colaboraram com o trabalho.

A amizade das pessoas que ao longo do meu curso de mestrado eu os tenho com grande carinho: Celso, Murilo, Sérgio, Yústane, Franciane, Vanete, Graciane, Juninho e Beto.

Creio que nesta página nem sempre conseguimos agradecer a todos aqueles de forma direta ou indireta ajudaram a tornar este trabalho finalizado, mas nem por isso estes que não foram mencionados tem menor importância. A todos agradeço.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Histórico da avaliação numérica da cor.....	5
2.2 Descrição da cor.....	6
2.3 Expressão das cores.....	7
2.4 Medição da cor.....	8
2.5. Descrição de um Espectrofotômetro.....	11
2.6 Como se proceder com amostras.....	12
2.7 Variação da cor.....	12
2.7.1 Variações da cor em <i>Eucalyptus</i>	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Massa Específica.....	19
3.2 Composição Química.....	20
3.2.1 Quantificação de polifenóis.....	20
3.2.1 Quantificação de lignina solúvel e insolúvel.....	21
3.3. Morfologia das fibras.....	21
3.4 Medição colorimétrica.....	22
3.5. Análises Estatísticas.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Massa Específica.....	29
4.2. Composição química.....	30
4.2.1 Polifenóis.....	30
4.2.2 Lignina.....	31

4.3 Morfologia das fibras.....	32
4.4 Colorimetria.....	33
4.5 Associações dos parâmetros colorimétricos com as características da madeira.....	44
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	55

RESUMO

Mori, C. L. S. O. Variabilidade de cores em madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp., 2003. 51p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras¹

A madeira é um material muito apreciado para aplicações estéticas devido a seus padrões de coloração. O *Eucalyptus*, por ter uma grande utilização comercial, necessita de estudos para se estabelecer recomendações de qualidade de acordo com a finalidade a que sua madeira se destina. Devido à importância desta caracterização e padronização da madeira, este trabalho teve como objetivos principais avaliar a variabilidade da cor da madeira entre e dentro dos clones, assim como radialmente e longitudinalmente dentro do tronco; comparar e quantificar a qualidade da madeira de clones através do sistema CIELAB, 1976; correlacionar algumas características da madeira (composição química, densidade e dimensões de fibras) com os parâmetros colorimétricos. Para isso, 11 clones de híbridos naturais de *Eucalyptus* spp., cultivados na região noroeste de Minas Gerais, foram utilizados. Foi efetuada uma caracterização das madeiras com base na massa específica, nos componentes químicos (lignina e polifenol) e nas dimensões das fibras, além das medições colorimétricas. Com base nos resultados encontrados, foi possível concluir que: *i*) a densidade básica, a composição química e as dimensões das fibras da madeira variaram significativamente entre os onze clones estudados; a densidade e os polifenóis variaram entre as posições longitudinais de amostragem; *ii*) todos os parâmetros colorimétricos variaram de forma estatisticamente significativa entre os clones estudados, sendo que o efeito da posição radial de amostragem foi significativo para todos os parâmetros; *iii*) foi possível identificar, tanto clones como posições de amostragem ao longo do raio produzindo madeiras de diferentes cores, tendendo para o amarelado e para o avermelhado; *iv*) o polifenol foi o componente químico da madeira que melhor explicou a cor da mesma, uma vez que ele apresentou os coeficientes de correlação mais elevados com as características estudadas.

¹ Comitê orientador: José Tarcísio Lima – UFLA (orientador), Paulo Fernando Trugilho – UFLA (Co-orientador), Fábio Akira Mori – UFLA (Co-orientador)

ABSTRACT

Mori, C. L. S. O. **Variability of colours in wood of clones of *Eucalyptus* spp hybrids.**, 2003. 51p. Dissertation (Master in Forest Engineering – Wood Science and Technology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras¹

Wood is a very appreciated material for aesthetical applications due its coloration standards. *Eucalyptus*, having a large commercial application, needs studies to establish recommendations of quality in accordance with the end use. Due to the importance of wood characterization and standardization, this work had as main objectives to evaluate the wood colour variation between and within clones, as well as radially and longitudinally within the log; to compare and to quantify the wood clones through the CIELAB, 1976 system; to correlate some wood characteristics (chemical composition, density e fibre dimensions) with the colorimetric parameters. For this, eleven clones of natural hybrids *Eucalyptus* clones, cultivated at the Northwest of Minas Gerais State, were utilised. Wood was characterized in terms of basic density, lignin, polyphenols and fibre dimensions, in addition to the colorimetric measurements. Based on the results, it was possible to conclude that: *i)* the basic density, the chemical composition and the fibre dimensions of wood varied significantly between the 11 studied clones; the density and the polyphenols varied significantly between longitudinal positions of sampling; *ii)* all the colorimetric parameters were statistically different between clones, and between radial position of sampling; *iii)* it was possible to identify both clones and position of sampling across the ray producing wood with different colours, tending to the yellowish and to the reddish; *iv)* the polyphenol was the best wood chemical component to explain the colour of wood, since it presented the highest correlation coefficient with other studied wood characteristics.

¹ Advising Committee: José Tarcísio Lima – UFLA (Adviser), Paulo Fernando Trugilho – UFLA (Co-adviser), Fábio Akira Mori – UFLA (Co-adviser)

1 INTRODUÇÃO

As peças de madeira de uma mesma espécie devem possuir certa homogeneidade. Um material desuniforme sofre depreciação significativa no mercado. Este fato é refletido como um fator de perda de qualidade. A qualidade da madeira é importante, pois influencia diretamente na sua utilização. Muitas características sensoriais influenciam a qualidade, tais como densidade, textura, grã, dureza, desenhos, brilho e cor.

Características como a densidade, textura, grã e dureza são mais utilizadas na classificação e avaliação da qualidade da madeira. Enquanto que os desenhos, brilho e cor são menos solicitados neste tipo de estudo. Recentemente a cor vem sendo considerada como um índice de classificação e qualidade da madeira.

A cor é a impressão recebida pela mente devido a certos estímulos da retina. A percepção da mesma ocorre porque os objetos refletem ou transmitem a luz, que ao atingir o olho, age sobre o nervo ótico e produz a sensação de luz e cor no cérebro; essa definição de Amaral (1975) mostra como é possível perceber o ambiente e os objetos através da cor.

O impacto visual causado pela cor quase sempre se sobrepõe àquele causado pela percepção dos demais atributos de um determinado produto. A cor é um atributo que caracteriza de tal forma os objetos que se constitui num dos principais critérios para aceitação ou não do mesmo.

Portanto, torna-se clara a importância da cor em qualquer material, uma vez que ela é um dos primeiros contatos visuais, podendo indicar de forma imediata sua finalidade. No caso da madeira, a cor tem essa importância, por ser uma das características que a classifica esteticamente como aceitável ou não.

O padrão de coloração de uma madeira pode variar em tonalidades que vão desde o bege claro até o marrom escuro, quase preto. Dentro dessa variação

existem madeiras amarelas, avermelhadas, roxas e alaranjadas. Segundo Mady (2000) a cor da madeira deriva da composição química das substâncias presentes no xilema: taninos, fenóis, flavonóides, estilbenos, quinonas e outros. Essas substâncias é que conferem cores diferenciadas ao lenho. Características anatômicas, como camada de crescimento, vasos, raios e tipos de parênquima podem influenciar na cor da madeira, assim como alguns componentes químicos.

A cor, entretanto, não é estável em uma madeira, uma vez que ela tende a alterar-se com o passar do tempo, escurecendo devido à oxidação causada principalmente pela luz, que reage com os componentes químicos, tais como a lignina.

A caracterização tecnológica da madeira tem como tradição a utilização de propriedades anatômicas, físicas, mecânicas, de secagem, entre outras. Os critérios usados na avaliação da qualidade da madeira estão relacionados à sua utilização final. Assim, o uso da madeira para móveis, assoalhos ou outra forma de composição interior é determinado, pelo seu aspecto, superfície, desenho e cor.

A tecnologia para determinar a cor da madeira vem evoluindo ano a ano, tornando essa propriedade um fator chave de qualidade da mesma. Ela é um dos componentes da estética que se associa à superfície e ao desenho de uma peça de madeira. Por esta razão, esta propriedade deve ser incorporada ao planejamento, visando à caracterização tecnológica da madeira, para atender aos mais nobres usos desse material.

Para onde quer que se olhe, percebe-se uma grande variedade de cores. Contudo, diferente de outras grandezas, tais como a massa de um objeto ou o comprimento de uma peça, que possuem uma escala física que os mensuram, a cor não tem essa facilidade de descrição. Em muitas situações, quando se

questiona sobre a cor de um material, obtém-se diferentes respostas, pois o resultado é questão de percepção e interpretação subjetiva.

Dada esta variedade de formas de descrever precisamente uma cor, é que se criou um método capaz de discerni-la cientificamente e de modo preciso. Um método básico no qual as cores podem ser expressas de forma precisa e compreendidas é a colorimetria que descreve cada elemento da composição de uma cor, numericamente por meio de um aparelho apropriado. Este método de análise de cor é usado em diferentes sistemas de produção fabril, como por exemplo, indústrias têxteis, químicas e plásticas. Um dos sistemas mais utilizados para medição de cores é o CIELAB (Comissão Internacional de Iluminantes), 1976, que é obtido através de coordenadas cromáticas L^* , a^* , b^* , C^* e h .

A descrição ou a medição da cor de uma madeira torna-se mais importante quando a madeira é menos conhecida ou nova no mercado. Estes são os casos da madeira de *Eucalyptus*, que tem sido introduzida em maior escala no Brasil como sólido serrado há menos de dez anos. Pode-se dizer que o gênero, mesmo tendo problemas de aceitação por causa de sua alta retratibilidade, propensão ao colapso durante a secagem e altas tensões de crescimento, apresenta-se como promissora, tendo qualidades tecnológicas que a torna aceitável. Isso, além de sua grande diversidade genética, boa adaptabilidade a diversos ambientes e seu grande incremento em volume.

O *Eucalyptus* também apresenta características visuais interessantes inclusive em sua coloração que vai desde uma coloração bege-clara ao avermelhado-rosado. Por exemplo, o *Eucalyptus dunni* é meio bege e o *Eucalyptus grandis* possui tom rosado, daí justificando-se o estudo da variabilidade das cores da espécie.

Considerando uma demanda de madeira sólida de eucalipto no Brasil em cerca de 60% (Rosado et al., 2002), e que somente em Minas Gerais existe uma

árca plantada de cerca 2,5 milhões de ha (Resende, 2002); pode-se dizer que a espécie, mesmo tendo problemas de aceitação por causa de sua retratibilidade, colapso e tensões, apresenta-se como promissora, tendo qualidades que a tornam aceitável, devido a diversidade genética, adaptabilidade e seu grande incremento em volume e rápido crescimento.

A espécie também apresenta características visuais interessantes inclusive em sua coloração, que vai desde bege-clara ao avermelhado-rosado, por exemplo, o *Eucalyptus dunni* é meio bege e o *Eucalyptus grandis* possui um tom rosado, daí justifica-se o estudo da variabilidade das cores da espécie.

A madeira apresenta grande variabilidade nas suas propriedades e, conseqüentemente, grande variedade de utilização, sendo um material de difícil padronização, inclusive a sua classificação visual.

A análise final da cor de qualquer produto lhe garante um padrão de qualidade de mercado, exigido mundialmente.

Devido aos fatos mencionados e à importância da cor da madeira, como uma ferramenta de verificação de padrão de qualidade, foi realizado um estudo envolvendo vários clones de *Eucalyptus*, cujos objetivos principais foram:

- avaliar as características fundamentais da madeira entre e dentro das árvores;
- avaliar a variabilidade da cor da madeira entre e dentro das árvores em duas posições longitudinais e quatro posições radiais no sentido medula casca;
- correlacionar algumas características da madeira (composição química, densidade e dimensões de fibras) com os parâmetros de cor obtidos no sistema CIELAB, 1976.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico da avaliação numérica da cor

A cor tem uma grande amplitude de variação, sendo difícil sua mensuração a olho nu. A cor é uma característica que faz parte da sua identificação, sendo inclusive utilizada em chaves de identificação de madeiras.

Dessa forma, em 1905, na tentativa de expressar numericamente uma cor com precisão, Munsell desenvolveu um método para expressar cores. A técnica utilizava um grande número de papéis coloridos, classificados de acordo com sua matriz (Munsell Hue), sua luminosidade (Munsell Value) e sua saturação (Munsell Chroma) para a comparação visual com um tipo de cor. Após uma variedade de experimentos adicionais, esse método foi utilizado para criar o Sistema Notação Munsell (Munsell Renotation System), usado atualmente (Santoro, 1997).

Minolta (1993) efetuou uma combinação entre a avaliação visual usando os mapas de cores de Munsell com uma combinação de letras/números, nos termos Matiz (H), luminosidade ou valor (V), e saturação ou chroma (C), (HV/C), visando expressar a cor numericamente (Santoro, 1997).

Outros métodos empregados para expressar cores numericamente foram desenvolvidos por uma organização voltada para estudos sobre luz e cor, a Commission Internacional de l'Eclairage (CIE) ou Comissão Internacional de Iluminantes. Esta comissão passou a recomendar a padronização dos elementos da fonte de luz e observação e uma metodologia para derivar os números que provêm da medida de uma cor vista sobre uma fonte de luz e um observador padrão (Santoro, 1997).

Os dois métodos mais difundidos pela CIE são: o espaço de cor Yxy , criado em 1931 baseados em valores triestímulos XYZ e o espaço $L^* a^* b^*$,

concebido em 1976 para prover maior uniformidade em relação às diferenças de visualização (Santoro, 1997).

2.2 Descrição da cor

Alguns elementos são essenciais para descrever uma amostra numericamente: as características da amostra (objeto), a fonte de luz que a ilumina, o observador e o ângulo de observação.

A amostra ou objeto é descrito por suas interações com a luz. Esta interação é chamada de Curva Espectral ou Espectrofotométrica, que pode ser observada pelo olho humano e também por aparelhos de espectrofotometria (espectrofotômetros). A percepção de cor é feita através da luz. A cor que se observa depende das características da fonte de luz que ilumina o objeto, que pode se alterar mudando-se a fonte de luz para assim verificar o efeito que ela provoca sobre o objeto. A luz de qualquer fonte pode ser descrita como a relação da quantidade de luz emitida nos espaços dos comprimentos de onda. Isso resulta na curva chamada de Distribuição da Força Espectral de uma fonte de luz (Santoro, 1997).

O observador é o elemento mais difícil de se descrever numericamente, devido à sensibilidade diferente que cada observador possui para enxergar uma cor.

Para se fazer uma descrição numérica do observador, utilizam-se projeções em uma tela branca de uma determinada cor padrão e também a projeção ao lado da cor padrão das três luzes de cores primárias aditivas: o azul, o verde e o amarelo. Esta projeção tem o propósito de imitar a cor padrão projetada, variando a intensidade das três luzes primárias aditivas em uma combinação de cor permitindo registrar o valor da força utilizada em cada fonte

de luz, cujos valores obtidos são chamados de Valores triestímulos (Santoro, 1997).

O olho humano detecta a cor de acordo com o grau de observação ao objeto. Originalmente, o sistema CIE, definiu um observador padrão usando um ângulo de visada de 2° (campo de visão), o que equivale a uma área de 15 mm² do objeto observado a uma distância de 18 polegadas (aproximadamente 45 cm). O mais recomendado para aplicações industriais, é o padrão de observação definido pelo CIE em 1964, baseado no ângulo de 10° de campo de visão, o que perfaz uma área de 170 mm² (Santoro, 1997).

2.3 Expressão das cores

As cores podem ser classificadas visual e numericamente, independente das variedades de cores existentes. Sua expressão é feita em termos de seu matiz (cor), luminosidade (brilho) e saturação (vivacidade) (Santoro, 1997)

A matiz ou tonalidade pode ser definida como uma roda de cores (Ex.: vermelho, amarelo, azul, verde etc), sendo seu aspecto geométrico um círculo fechado. A escala cinza, entre o branco e o preto, é chamada luminosidade; ela representa o quanto uma cor brilha. Pode mudar verticalmente, aumentando em direção ao topo (branco) e diminuindo em direção ao fundo (preto). O desvio a partir do eixo cinza ou de luminosidade é definido pela saturação (ou cromaticidade, ou vivacidade), que muda do centro para fora (cores vivas, cores monótonas). As cores são monótonas perto do centro e tornam-se mais vivas à medida que se movem para longe do centro (Santoro, 1997).

2.4 Medição da cor

O olho humano só pode quantificar cores subjetivamente. Com o colorímetro, esse problema é sanado, pois são usadas descrições numéricas de acordo com os padrões internacionais.

Utilizando para as suas leituras a fonte de luz e iluminação padrão a fim de evitar as oscilações de iluminação do dia, e com a mesma sensibilidade correspondente à do olho humano, o colorímetro ou espectrofotômetro percebe e registra as minuciosas diferenças de cores. Em sua programação constam fórmulas para o cálculo destas diferenças (DataColor, 1996). São elas:

Δa^* : diferença entre o vermelho e o esverdeado.

Valor (+) = mais avermelhado

Valor (-) - mais esverdeado

Δb^* : diferença entre o azulado e o amarelado.

Valor (+) = mais amarelado

Valor (-) = mais azulado

ΔE^* (delta espaço): diferença de cor no espaço $L^* a^* b^*$. Indica o tamanho da diferença de cor. Mas não de que forma as cores são diferentes.

Δh^* (delta tonalidade): diferença de matizes ou tonalidades

ΔL^* (delta luminosidade): diferença de luminosidade ou valor da escala cinza de cor (diferença entre claro/escuro).

Valor (+) = mais claro

Valor (-) = mais escuro

ΔC^* (delta saturação ou cromaticidade): diferença entre cromaticidade ou saturação.

O método triestímulo mede a luz refletida de um objeto usando três sensores filtrados para ter a mesma sensibilidade a $x(\lambda)$ comprimento de onda do

verde, $z(\lambda)$ comprimento de onda do azul e $y(\lambda)$ com o olho humano e dessa forma medir diretamente os valores triestímulos x , y , e z .

Por outro lado, o método espectrométrico utiliza sensores múltiplos para medir a reflexão espectral de um objeto para cada alcance de comprimento de onda. O microcomputador acoplado ao instrumento calcula os valores triestímulos dos dados do espectro de reflexão por integração e os utiliza em outros espaços de cor, tais como $L^* a^* b^*$ ou Yxy (Santoro, 1997).

Um destes sistemas o CIELAB (ou CIE $L^* a^* b^*$) de 1976 é o recomendado pela CIE (Hunter, 1975 e Kowaliski, 1978). Segundos os autores, este sistema permite medir a cor dos objetos de maneira mais uniforme.

Para a medição da cor propriamente dita, são utilizados dois principais tipos de aparelhos: os colorímetros e os espectrofotômetros. Os colorímetros, de acordo com Michot (1994), são equipados com uma série de filtros (azul, amarelo, verde, vermelho) e de fotodetectores, que tratam de reconstituir a resposta de um observador a uma cor. Com relação aos espectrofotômetros, segundo o autor, estes medem a refletância de uma amostra e de um branco padrão nos mesmos comprimentos de onda, o que leva à porcentagem de luz refletida pelo objeto em função de um padrão.

A quantificação da cor de um objeto, a partir do sistema CIELAB, de acordo com Janin et al. (1990) e Pincelli (1999), consiste em se determinar os parâmetros indicados na Figura 1.

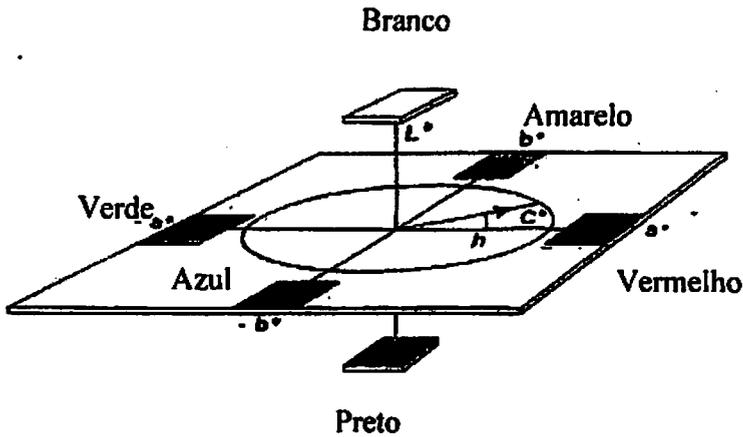


FIGURA 1 Espaço de cor do sistema CIELAB, 1976

Na Figura 1 observa-se que:

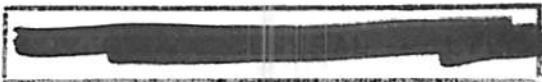
L^* : indica a claridade de um objeto e varia de 0 (preto perfeito) a 100 (branco perfeito) numa escala designada eixo do cinza.

a^* e b^* : são as coordenadas cromáticas e posicionam-se os pontos de cor num eixo perpendicular ao eixo do cinza. A coordenada a^* posiciona a cor do objeto sobre o eixo verde-vermelho. Quando a^* é positivo, o desvio é no sentido do vermelho, e quando a^* é negativo, o desvio é no sentido do verde. A coordenada b^* descreve a cor do objeto sobre o eixo amarelo-azul. Quando b^* é positivo, o desvio é no sentido do amarelo, e quando b^* é negativo, o desvio é no sentido do azul.

C^* : descreve a saturação da cor. É calculado através da fórmula:

$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$, que representa a distância ao eixo da claridade (eixo do cinza). Quanto mais distante do eixo, mais saturada é a cor.

h : designa o ângulo de tonalidade ou ângulo de cor, sobre o círculo cromático, cujo valor, em grau ou em radiante, se mede por: $h = \tan^{-1} (b^*/a^*)$,



tendo por origem o eixo verde-vermelho e contando positivamente no sentido trigonométrico.

2.5. Descrição de um Espectrofotômetro

Para a leitura numérica das cores da madeira, o aparelho mais recentemente utilizado é o colorímetro ou espectrofotômetro: Datacolor Internacional microflash - Modelo 200d. Este é acoplado a um microcomputador (Figura 2).

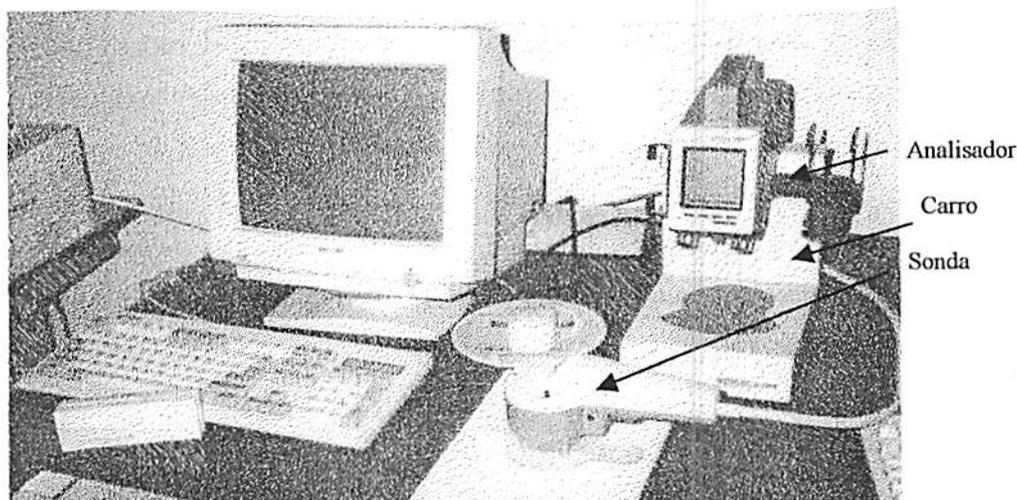


FIGURA 2 Espectrofotômetro acoplado ao computador

As peças principais do aparelho são a sonda e o analisador. A sonda é a parte usada na amostra para determinar sua cor. O analisador é a caixa que leva o microcomputador do Microflash. Em um extremo estão as conexões de cabo, interruptor de liga/desliga e, no outro lado, a tela e os botões que permitem comunicar-se com o instrumento. O carro suporta o microflash, o cabo e o analisador. Possui uma trava que evita que o analisador fique balançando.

2.6 Como proceder com as amostras de madeira

Para as amostras de madeira a serem submetidas à análise colorimétrica, o ideal é fazer medições nos planos: tangencial e radial (duas amostras tangenciais e duas radiais) sem nenhuma aplicação de produto e ao abrigo de luz direta.

Santoro (1997) fez uma ampla varredura em toda a superfície tangencial e radial dos corpos-de-prova, realizada pelo microflash de forma aleatória, perfazendo-se um total de 24 leituras. Dentro das opções do microflash para iluminantes padrões, o mesmo autor escolheu o tipo de iluminante A10 - luz incandescente e um ângulo de 10°. O resultado para as madeiras de mogno, cerejeira e roxinho, foi que, no plano de corte tangencial, é mais clara que no radial. Esse autor concluiu também que as espécies analisadas pela recente tecnologia de descrição numérica da cor apresentaram diferenças significativas quanto à luminosidade, saturação e tonalidade das espécies.

2.7 Variação da cor

A cor da madeira pode ser variável entre as diferentes espécies, dentro de uma mesma espécie e dentro da árvore. Basta apenas visualizar o alburno que chega a ser indistinto ou variando de um cinza até tons de amarelo claro a rosa avermelhado. O próprio cerne possui uma grande variação no sentido medula casca e costuma ser bem mais escuro que o alburno (Panshin et al., 1964).

A variação da cor natural da madeira é facilmente perceptível aos olhos humanos. Essa variação é devido à impregnação de diversas substâncias orgânicas (taninos, resinas, etc.) nas paredes celulares, sendo depositada de forma mais acentuada no cerne. (Tsoumis, 1968).

A origem da cor da madeira tem grande influência da camada orgânica do solo (húmus), nas variações climáticas que influenciam o crescimento das árvores e nas práticas silviculturais, que vão refletir diretamente na formação anatômica e composição química (Janin, 1995). De uma forma geral, os produtos químicos que promovem o escurecimento da madeira são tóxicos para fungos e insetos, o que torna mais duráveis as madeiras de tom escuro.

A apreciação da cor da madeira é muito ligada a impressões visuais e se torna algo muito subjetivo, pois a variação de tonalidades é muito ampla entre as espécies florestais e até mesmo dentro da mesma espécie. Dessa forma é necessário que se crie medidas quantitativas para analisar a cor (Gonzalez & Janin, 2002)

A mudança da cor na madeira resulta da ação de múltiplos agentes externos nos componentes estruturais e extrativos da mesma (Hon, 1975), especialmente as radiações ultravioletas, que provocam a deterioração dos seus elementos constitutivos, destacando-se a lignina (Rowell, 1990). De acordo com Chang et al. (1982) e Hon (1985) a celulose é menos suscetível aos raios ultravioletas. Sternadt & Camargos (1991), estudando a variação da cor de 62 espécies de madeira da região amazônica expostas à luz solar, observaram que não ocorreram cores neutras, e as mais frequentes foram as de maior intensidades cromáticas, prevalecendo o vermelho, o amarelo e o marrom.

Segundo Desh & Dinwoodie (1993) as cores da madeira são causadas pela quantidade de extrativos presentes na parede celular do cerne, que faz com que a madeira quando exposta à luz, ar ou calor ou mesmo ao longo do tempo escureça ou clareie, de modo a alterar a sua cor. A própria secagem em estufa pode escurecer a madeira, de tal forma que muitas passem por um processo de vaporização para se obter um material escuro (Desh & Dinwoodie, 1993).

Nelson et al. (1970) verificaram uma relação significativa entre o pH do solo e a claridade da madeira de *Juglans nigra*, o qual foi responsável por 23 %

da variabilidade da claridade. Entretanto, os autores constataram que não é o pH que exerce influência direta sobre a claridade. O pH define outras propriedades do solo que estão mais diretamente ligadas à cor da madeira. Kumplers et al. (1993) observou uma correlação entre teor de água no solo e a cor da madeira de *Quercus robur*, sendo que, quanto mais abundante o teor de água no solo, mais vermelha e mais escura se torna a madeira.

Sullivan (1967) trabalhando com as espécies *Liriodendron tulipifera* e *Prunus serotina* provenientes de diferentes zonas geográficas, encontrou diferenças entre as cores das madeiras de acordo com a região de origem. Do mesmo modo, Flot (1988) observou, para *Quercus robur* e *Quercus petraea*, um gradiente de cor das florestas do centro (solo arenoso) para o leste (solo argiloso) da França.

Phelps & McGinnes (1983) estudando lâminas de *Juglans nigra* observaram que as diferenças de cor encontradas, manifestaram-se em todos os elementos anatômicos. Entretanto, Phelps & MacGinnes (1983), encontraram poucas diferenças entre as lâminas claras e escuras de *Juglans nigra* em relação à porcentagem de elementos anatômicos. No último caso, os autores concluíram que a cor da madeira de *Juglans nigra* depende mais do teor de componentes corantes do que dos elementos anatômicos. Nelson & Heather (1972), citados por Kumplers (1994), afirmam que uma madeira escura pode ser mais influenciada por extrativos, enquanto uma madeira clara pode ser mais influenciada devido a propriedades texturais.

Scalbert et al. (1987), citados por Gonçalves (1993), apresentaram resultados que indicam que a cor das madeiras de *Quercus* spp varia com a natureza dos compostos fenólicos presentes no cerne. Sobre esta questão Janin et al. (1990b), constataram variações de cor nas madeiras de *Quercus* spp devido à oxidação e condensação de polifenóis.

O contato com a luz pode mudar a cor da madeira através da oxidação de certos extrativos (Webb & Sullivan, 1964). Hitler et al. (1972) propõem que o alto teor de extrativos está relacionado com a claridade, ou seja, quanto maior a quantidade de substâncias extratáveis coloridas na madeira, mais escura ela é.

Nos estudos realizados por Kumplers et al. (1993) observou-se uma correlação entre a idade da árvore e os parâmetros de cor L (claridade) e H (ângulo de tonalidade), para as madeiras de *Quercus petraea* e *Quercus robur*. Segundos os autores, L e H diminuíram com o aumento da idade da árvore, tornando as madeiras mais escuras e mais avermelhadas. O mesmo fato foi observado por Janin et al. (1990a), para as madeiras de *Q. conferta*, *Q. cerris*, *Q. robur* e *Q. petraea*. Janin & Eyono Owound (1991) em estudos também realizados com madeiras de *Quercus* spp, observaram fortes correlações entre a claridade L*, a coordenada a*, o ângulo de tonalidade h, a saturação C* e a idade.

Flot (1988) investigou o comportamento das madeiras de *Quercus* spp e constatou que a claridade diminui em média 1,9 unidades do alburno para o cerne; o ângulo de tonalidade, por sua vez, diminuiu 0,6° na mesma direção (a madeira se tornou mais rósea). Flot demonstrou ainda que a claridade de *Quercus* spp foi a mais elevada em aproximadamente 1,5 unidades a uma altura de 2,5 m comparada ao nível de 1,5m; o ângulo de tonalidade permaneceu constante.

De acordo com Sullivan (1967) a face transversal é mais escura do que as faces radial e tangencial para o *Liriodendron tulipefera*. Beckwith (1979) confirma tal fato para 22 espécies de folhosas da América do Norte. Esse resultado é também verificado por Hofman (1987), para as espécies *Q. robur* e *Q. petraea*, observando-se que a face radial é mais clara do que a face tangencial.

A cor também pode ser influenciada pela própria genética da espécie, pelo ambiente ou até a ação dos dois fatores. Em alguns trabalhos como o de Klumpers et. al. (1993), citado por Zobel & Jett (1995), com *Quercus petraea* e *Quercus robur*, a cor da madeira é controlada geneticamente e também sofre influência de fatores ambientais, como quantidade de água e variabilidade do solo e a idade.

2.7.1 Variações da cor em *Eucalyptus*

O eucalipto apresenta como características gerais do gênero, alborno fino (menos de 3cm) e coloração clara. Seu cerne pode variar desde um amarelado a bege (*E. dunni*, *E. maculata*, *E. nitens*, *E. globulus*) até tons variando de pardo-avermelhados a vermelhos (*E. robusta*, *E. pellita*, *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. resinifera*), apresentando pouco brilho, grã direita e reversa, textura fina a média; é macia a moderadamente dura ao corte, tendo massa específica aparente, variando de 0,40 a 1,20 g/cm³. Apresenta anéis de crescimento distintos, fibras não septadas que ocupam cerca de 60% do volume de madeira, com o diâmetro e comprimento da fibra variando de 10-20µm e 0,8-1,3µm respectivamente (Muñiz, 2002).

Pincelli (1999) verificou que termoretificações alteraram os parâmetros colorimétricos L, a*, b*, C* e h das madeiras de *E. saligna* e *P. caribaea* var. *hondurensis*. As alterações foram, em sua maioria, significativas na comparação pareada antes e após a aplicação do tratamento, bem como na comparação entre as madeiras termoretificadas obtidas nas diferentes temperaturas. A autora ainda comparou pareadamente antes e após cada termoretificação, que tanto para o *E. saligna* como para o *P. caribaea* var. *hondurensis* foi observada a redução da claridade (L) das madeiras. Um comportamento semelhante foi verificado ao se comparar os resultados de claridade das madeiras termoretificadas obtidas nas

diferentes temperaturas. Constatou-se, então, que a termoretificação levou ao escurecimento das madeiras.

Em seu trabalho, Pincelli (1999) pôde observar que o *E. saligna* apresentou uma redução da cor vermelha, enquanto o *P. caribaea* var. *hondurensis* registrou aumento desta cor. No caso da madeira de *E. saligna*, houve inicialmente uma redução da cor amarela até 140 °C, a partir da qual passou a haver uma recuperação dessa cor. Para o *P. caribaea* var. *hondurensis*, o amarelecimento foi crescente até 160 °C. Após houve uma drástica redução do mesmo.

Macedo (2002), estudando madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*, verificou que houve variações nas medidas colorimétricas, no sentido medula-casca, sendo que os parâmetros L* e h diminuíram e em a*(vermelho) aumentou para as duas espécies; na face radial, as madeiras se apresentaram mais claras do que na face tangencial, por causa das variáveis L* e h serem menores que as variáveis a* e b* na face tangencial. A mesma autora observou uma correlação significativa entre os componentes anatômicos e colorimétricos das espécies, principalmente com a espessura da parede das fibras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para este estudo foi obtido de testes clonais cultivado pela Companhia Mineira de Metais - Unidade Agroflorestal Riacho - Município de Vazante/M.G. Este material foi coletado num teste clonal de 7,5 a 13,5 anos de idade, conforme descrito na Tabela 1. Selecionaram-se 10 entre 34 clones de forma aleatória, sendo que um deles em duas idades (clone 10 e 11). Dessa forma, foram amostrados 11 materiais genéticos, sendo abatidos 3 árvores por clone.

TABELA 1 Relação dos materiais genéticos utilizados

Clone	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Local
1	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso
2	7,5	10x4	Q4- Fazenda Riacho
3	10,5	6x4	Pesq. 91 F. Bonsucesso
4	10,5	6x4	Pesq. 91 Fazenda Riacho
5	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
6	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
7	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
8	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
9	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
10	13,5	3x3	ATC-88 Proj. 81 - F. Bonsucesso
11	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso

ATC- área de teste clonal; Pesq. – pesquisa; F. Bonsucesso- Fazenda Bonsucesso; Q-quadra; FRI- Fazenda Riacho

Selecionaram-se três árvores por clone amostrado e mediu-se a circunferência a 1,30 m de altura. Após serem abatidas, a cerca de 30 cm de altura do solo, mediu-se o fuste de cada árvore e, em seguida, foi retirada uma tora de 7,0 m de comprimento. No segundo dia, após a derrubada, as toras foram transportadas até a Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras/MG, onde foram descarregadas no pátio da Unidade Experimental de Desdobro e Secagem da Madeira do Departamento de Ciências Florestais (DCF).

As toras de sete metros foram seccionadas em partes menores para servir a diferentes propósitos conforme apresentado na Figura 3.

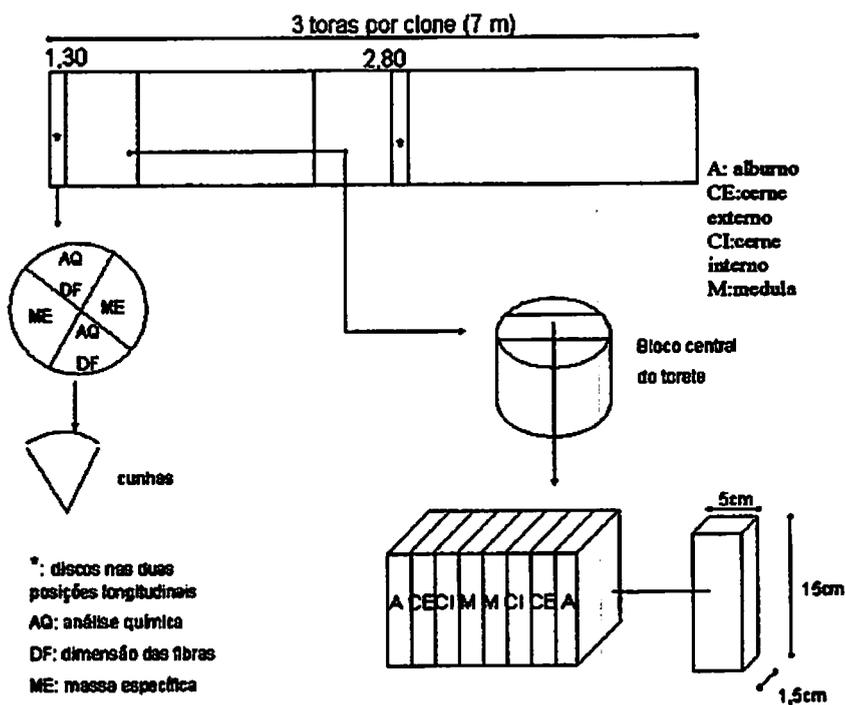


FIGURA 3 Amostragem na tora para determinação da constituição química (lignina solúvel, insolúvel e total; polifenol), dimensão das fibras (Comprimento, largura, espessura e diâmetro do lúmen) e massa específica (método de imersão). As amostras do bloco central foram utilizadas para medição dos parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^* , C^* e h)

3.1 Massa específica básica

A massa específica da madeira foi determinada conforme metodologia usada por Vital (1984), obtida pela razão entre a massa seca e o volume verde de duas cunhas opostas extraídas de dois discos removidos a 1,30 m e 2,80 m ao longo da tora de 7,0 m (Figura 3).

$$DB = M / V$$

Onde: DB (massa específica): g/cm³

M (massa seca): g

V (volume verde): cm³

3.2 Composição química

As análises químicas da madeira tiveram a finalidade de quantificar os polifenóis e lignina presentes na madeira. Para essas análises, foram tomadas amostras representativas, retirando-se discos a 1,30 m e a 2,80 m de cada árvore. Destes discos foram retiradas cunhas (Figura 3), que posteriormente foram transformadas em serragem, moídas em moinho Martelo e peneiradas em peneiras de 40 - 60 mesh. As amostras retidas na peneira de 60mesh foram devidamente aclimatizadas em condição de 20°C e 65% de umidade relativa.

3.2.1 Quantificação de polifenóis

Para a quantificação do teor de polifenóis na madeira, seguiu-se a metodologia utilizada por Mori (1997). Foram usados 2g de serragem absolutamente seca em cadinho de vidro sinterizado nº 2, previamente tarado. Foram feitas três repetições.

As extrações foram realizadas na seguinte seqüência:

- a) Extração com tolueno P.A. sob refluxo em extrator Soxhlet por 2 horas;
- b) Extração em álcool etílico por 3 horas, também sob refluxo.

A amostra após extração, foi seca em estufa a 103 ° C ± 2° C. O teor de polifenóis foi calculado pela seguinte equação:

$$T.P (\%) = (PI-PF/ PF) * 100$$

Onde:

TP: teor de polifenóis

PF: peso final da amostra (após a seqüência de extração)

PI: peso inicial da amostra (2g a.s)

3.2.2 Quantificação de lignina solúvel e insolúvel

Para a quantificação do teor de lignina solúvel e insolúvel, foi utilizado o método da mini-amostra de determinação do teor de lignina solúvel e insolúvel Klason ou Mini-amostra, com serragem de madeira livre de extrativos.

O teor de lignina insolúvel (Klason) foi determinado de acordo com o procedimento descrito por Gomide & Demuner (1986) e o teor de lignina solúvel em ácido sulfúrico foi determinado por espectrofotometria, tendo sido utilizada a equação descrita por Goldschimid (1971).

A lignina total foi considerada a soma da lignina solúvel e insolúvel.

3.3 Morfologia das fibras

O estudo anatômico foi realizado através de análise microscópica das espécies em questão, com a finalidade de se relacionar as dimensões das fibras com a cor da madeira. As amostras foram retiradas do mesmo disco para as análises químicas (Figura 3).

As fibras foram mensuradas em material dissociado através do processo de maceração. As medidas obtidas foram: comprimento, largura, o diâmetro do lúmen, totalizando 30 medições para cada variável; a espessura da parede celular foi calculada pela expressão $EP = (L-DL)/2$, onde L significa a largura das fibras e DL o diâmetro do lumen.



3.4 Medição Colorimétrica

Em todas as toras foram retiradas quatro amostras radiais (cerne/medula, cerne interno, cerne externo e alburno) em duas posições longitudinais (a 1,30m e a 2,80 m de altura), de acordo com a Figura 3, 4 e 5. Os corpos-de-prova apresentaram as seguintes dimensões: 15x5x1,5cm (comprimento, largura e espessura respectivamente), sendo posteriormente lixados em apenas uma face, com lixa nº120, e armazenados fora do contato com a luz, até chegar à umidade de equilíbrio (em torno de 12-15%).



FIGURA 4 Preparo do bloco central para a extração das amostras para medição de cor

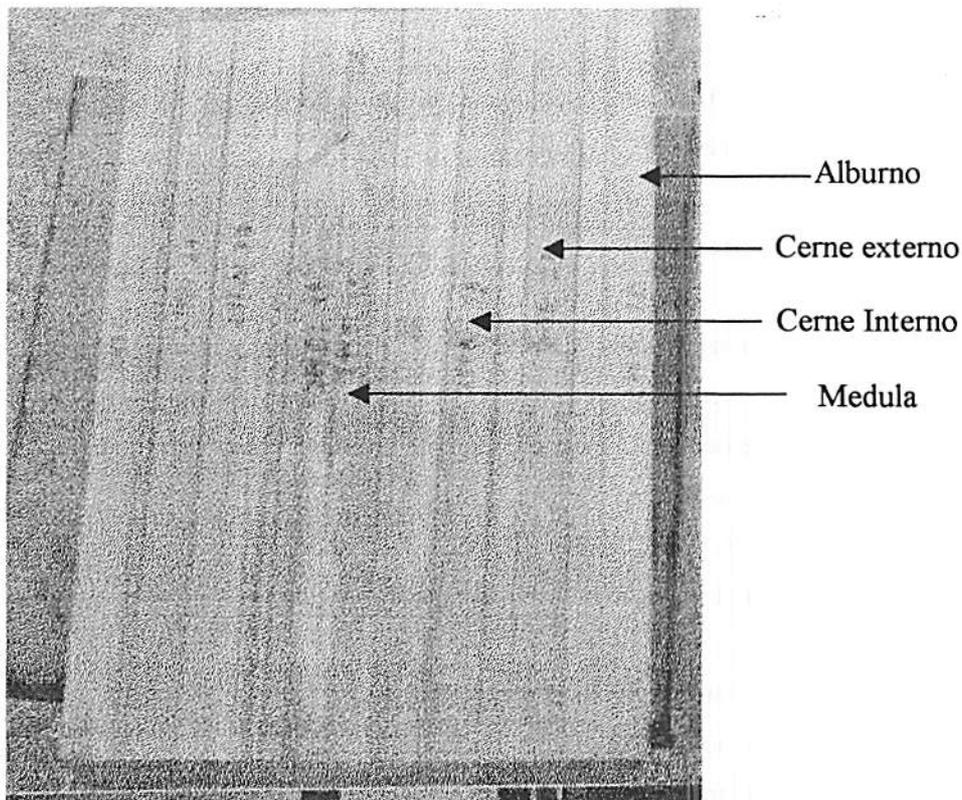


FIGURA 5 Posições de amostragem da medula ao alburno para a medição da cor.

As medições de cor foram realizadas no Laboratório de Produtos Florestais (LPF) - IBAMA - localizado em Brasília - DF. Na caracterização da cor propriamente dita, foi utilizado um espectrofotômetro Datacolor Microflash 200d, acoplado a um microcomputador. Esse tipo de espectrofotômetro faz uma varredura na superfície do corpo de prova, de onde se obtém os parâmetros de cor da madeira. Para cada amostra foram tomadas 12 medidas. Os parâmetros colorimétricos determinados foram: claridade (L^*), coordenada a^* (coordenada vermelho-verde), coordenada b^* (coordenada azul-amarelo), saturação (C^*) e

ângulo de tonalidade (h). O tipo de iluminante utilizado foi o da luz difusa (D65) e o ângulo de observação 10°.

3.5 Análises estatísticas

Para a avaliação das características da madeira, foi usado o delineamento inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial (11x2x3), sendo 11 materiais genéticos, 2 repetições longitudinais e 3 repetições (árvores).

O modelo estatístico utilizado é:

$$Y_{ij} = \mu + e_i + PL_j + (C+PL)_{ij} + e_{ij} \text{ onde,}$$

Y_{ij} : efeito da i-ésima observação na j-ésima posição longitudinal;

μ : média geral;

e_i : efeito do i-ésimo material genético, efeito fixo;

PL_j : efeito da j-ésima posição longitudinal, efeito fixo;

$(C+PL)_{ij}$: efeito da interação material genético X posição longitudinal.

e_{ij} : erro experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado para a avaliação dos parâmetros de cor, disposto em esquema fatorial (11x2x4x3), sendo 11 materiais genéticos, 2 posições longitudinais, 4 posições radiais e 3 repetições onde as árvores foram as repetições e o material genético o tratamento. O modelo estatístico é:

$$Y_{ijk} = \mu + e_i + PL_j + PR_k + (C+PL)_{ij} + (C+PR)_{ik} + (C+PL \times PR)_{ijk} + e_{ijk} \text{ onde,}$$

Y_{ijk} : efeito da i-ésima observação na j-ésima posição longitudinal e k i-ésima posição radial;

μ : média geral;

e_i : efeito do i-ésimo material genético, efeito fixo;

PL_j : efeito da j-ésima posição longitudinal, efeito fixo;

PR_k : efeito da k-ésima posição radial, efeito fixo;

$(CxPL)_{ij}$ e $(CxPR)_{ik}$:efeito da interação material genético X posição longitudinal e material genéticoxposição radial respectivamente;

$(CxPLxPR)_{ijk}$:efeito da interação material genéticoxposição longitudinalxposição radial;

e_{ij} : erro experimental.

Realizaram-se as análises estatísticas dos dados utilizando -se as médias/posição na tora, médias/clone e médias gerais dos tratamentos. O software utilizado para tal foi o SISVAR.

As análises de correlação (Pearson) foram efetuadas para verificar se nos diferentes materiais genéticos existe relação entre os parâmetros da cor, com as características das fibras, componentes químicos e densidade da madeira. O software utilizado para esta análise foi o SAEG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa específica, a composição química e as dimensões das fibras das madeiras estudadas comportam-se de forma diferentes, em função do clone, da posição de amostragem e até mesmo sofrendo influência da interação entre estes dois parâmetros.

A Tabela 2 apresenta o resumo das análises de variância executadas para todas as características das madeiras estudadas.

Os valores médios e os resultados do teste de comparação múltipla ao nível de 5% de probabilidade, para cada característica avaliada nas madeiras dos clones estudados encontram-se na Tabela 3.

TABELA 2 Resumo das análises de variância para massa específica (DB), composição química (polifenóis- PF; lignina solúvel- LF; lignina insolúvel- LI; lignina total-LT) e morfologia das fibras (comprimento das fibras- CF; largura das fibras- LF; diâmetro dos lumens- DL; espessura da parede celular- EP), em função de clone (C), posição longitudinal de amostragem (PL) e interação C xPL

Quadrado Médio										
FV	GL	DB (g/cm ³)	PF (%)	LS (%)	LI (%)	LT (%)	CF (mm)	LF (mm)	DL (mm)	EP (mm)
C	10	0,0072*	23,18*	1,81*	16,44*	18,36*	0,021*	13x10 ⁻⁴	3x10 ⁻³ *	2x10 ⁻³ *
PL	1	0,0017*	24,57*	0,25	0,42	0,021	0,049*	1,8x10 ⁻⁷	7,33x10 ⁻⁸	1,75x10 ⁻⁷
CxPL	10	0,0006*	1,81	0,06	2,19	2,20	0,005	5x10 ⁻⁵	9,99x10 ⁻⁷	7,48x10 ⁻⁷
Erro	44	0,0001	1,69	0,10	2,24	2,29	0,007	7x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁵
Total	65									
CV(%)		2,28	24,55	12,00	5,22	4,82	8,77	14,27	14,25	22,78

*significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 3 Posição longitudinal (PL); massa específica (DB), composição química (polifenóis- PF; lignina solúvel- LF; lignina insolúvel- LI; lignina total-LT) e morfologia das fibras (comprimento das fibras- CF; largura das fibras- LF; diâmetro dos lumens- DL; espessura da parede celular- EP) em função dos clones e das posições longitudinais de amostragem no tronco.

Clone	PL	DB (g/cm ³)	Composição química (%)				Morfologia das fibras (mm)			
			PF	LS	LI	LT	CF	LF	DL	EP
1	Base	0,499	3,93	3,43	27,66	31,95	0,9420	0,0177	0,0077	0,0050
	Topo	0,491	4,07	3,69	27,11	29,94	0,9904	0,0186	0,0082	0,0052
	Média	0,495b	3,99ab	3,56f	27,39ab	30,94abcd	0,9616ab	0,0182ab	0,0079a	0,0051a
2	Base	0,488	5,94	2,52	28,91	32,20	0,9474	0,0196	0,0104	0,0045
	Topo	0,514	5,55	2,78	28,52	30,52	0,9300	0,0195	0,0099	0,0048
	Média	0,501b	5,74bc	2,64bcd	28,71abc	31,36abcd	0,9316ab	0,0196b	0,0102a	0,0047a
3	Base	0,536	8,14	2,08	30,87	33,29	0,9813	0,0190	0,0095	0,0047
	Topo	0,542	6,42	2,26	31,69	33,61	1,0836	0,0195	0,0105	0,0044
	Média	0,539c	7,27c	2,17ab	31,28c	33,45de	1,0267ab	0,0193ab	0,0100a	0,0046a
4	Base	0,550	11,18	2,46	27,88	30,6	0,8439	0,0168	0,0088	0,0039
	Topo	0,541	8,95	2,40	27,67	31,07	0,6666	0,0114	0,0060	0,0026
	Média	0,545c	10,06d	2,43abc	27,77ab	30,21abc	0,8800a	0,0141a	0,0087a	0,0033a
5	Base	0,537	6,38	2,99	29,57	32,71	1,0216	0,0173	0,0091	0,0041
	Topo	0,546	4,26	3,59	29,36	34,68	1,0786	0,0176	0,0090	0,0042
	Média	0,542c	5,32abc	3,29def	29,46bc	32,76cde	1,0445ab	0,0175ab	0,0091a	0,0041a
6	Base	0,564	6,39	2,36	28,55	31,08	0,9288	0,0180	0,0088	0,0046
	Topo	0,531	4,68	2,41	29,59	33,03	0,9671	0,0181	0,0078	0,0051
	Média	0,548c	5,54abc	2,38abc	29,07abc	31,45abcd	0,9433ab	0,0181ab	0,0083a	0,0049a
7	Base	0,538	4,19	2,94	25,99	30,53	1,0120	0,0171	0,0085	0,0042
	Topo	0,541	2,97	2,78	27,38	29,91	1,0265	0,0172	0,0087	0,0042
	Média	0,539c	3,58ab	2,86cde	26,69ab	29,55ab	1,0133ab	0,0171ab	0,0086a	0,0035a

Continuação da TABELA 3

Clone	PL	DB	Composição química					Morfologia das fibras				
			PF	LS	LI	LT	CF	LF	DL	EP		
8	Base	0,457	3,75	1,96	30,99	32,63	0,8862	0,0176	0,0087	0,0044		
	Topo	0,441	2,60	27,76	30,02	1,0230	0,0175	0,0078	0,0048			
	Média	0,449a	3,17a	1,95a	29,37bc	31,33abcd	0,9383ab	0,0176ab	0,0083a	0,0046a		
9	Base	0,571	5,57	2,27	26,41	29,46	0,6516	0,0171	0,0085	0,0043		
	Topo	0,547	3,07	2,41	26,04	27,66	1,0100	0,0177	0,0077	0,0049		
	Média	0,559c	4,32ab	2,33abc	26,22a	28,56a	0,9767ab	0,0174ab	0,0081a	0,0047a		
10	Base	0,564	3,46	3,15	28,62	32,27	1,0273	0,0183	0,0089	0,0046		
	Topo	0,546	4,57	3,26	28,80	31,55	1,1648	0,0197	0,0103	0,0047		
	Média	0,555c	4,01ab	3,20def	28,71abc	31,91bcde	1,0917b	0,0190ab	0,0096a	0,0046a		
11	Base	0,586	6,11	3,44	31,42	36,22	1,0395	0,0175	0,0086	0,0044		
	Topo	0,539	4,46	3,44	31,20	33,29	0,9740	0,0185	0,0096	0,0044		
	Média	0,563c	5,28abc	3,44ef	31,31c	34,75e	1,0017ab	0,0180ab	0,0091a	0,0044a		

Médias seguidas de uma mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.1 Massa Específica

A massa específica do material genético estudado está variando de 0,449 g/cm³ para o clone 8, a 0,563 g/cm³ para o clone 11 (Tabela 3).

Nota-se pela análise de variância (Tabela 2) que o efeito do clone, da posição longitudinal e da interação da posição longitudinal e clone são significativos para a densidade básica da madeira. A interação significativa indica que o efeito de clone é dependente da posição longitudinal e vice-versa. Pela Tabela 3, nota-se que as médias de densidade básica dos clones, seguidas pela mesma letra são estatisticamente iguais. Isso permitiu agrupar os clones em três classes de densidade: maior densidade (clones 3, 7, 5, 4, 6, 9, 10 e 11), densidade média (1 e 2) e densidade menor (clone 8). A interação estatisticamente significativa de clone e posição de amostragem expressa que o comportamento da densidade básica apresentado por um clone pode não ser o mesmo em outro. De fato, pela Tabela 3 observa-se que a maior densidade foi encontrada, ora na base e ora no topo das toras, dependendo do clone em consideração. O clone 2 foi o único que apresentou densidade básica estatisticamente maior no topo do que na base; os clones 6, 9 e 11 apresentaram um comportamento estatístico significativo, mas com tendência de comportamento inversa à mostrada pelo clone 2. Os demais clones não apresentaram diferenças na densidade básica entre as duas posições. Os valores aqui encontrados estão de acordo com Souza (2002), que trabalhando com clones de eucaliptos, encontrou valores de densidade básica semelhantes (0,508 a 0,594 g/cm³). Lima et al. (2000) também encontraram valores semelhantes para clones de *Eucalyptus* (variação entre 0,420 a 0,560 g/cm³).

4.2 Composição química

4.2.1 Polifenóis

Observando-se a Tabela 2, verifica-se que o efeito de clone e posição longitudinal foram significativos para os extrativos. A interação clone x posição longitudinal não foi significativa. Comparando-se as posições longitudinais de forma isolada, percebe-se que a base possui maior quantidade desse tipo de extrativo (5,91%), enquanto no topo essa quantidade apresenta-se menor (4,69%). O maior teor de polifenóis na base, possivelmente se deve à maior extensão de cerne nessa posição. É conhecido que o cerne concentra maior quantidade de extrativos (Kollmann & Côté, 1968). Vários autores (Hon, 1975; Desh & Dinwoodie, 1993) relatam que a definição da cor na madeira é fortemente influenciada pela quantidade de extrativos presentes no cerne, onde os componentes fenólicos desempenham importante papel (Scalbert et al., 1987; Janin et al., 1990). Pela Tabela 3, ao defrontar-se com o Teste Tukey, nota-se que os clones podem ser agrupados na seguinte ordem crescente de teor de extrativos: clone 8 (3,17%); clones 7, 1, 10 e 9 (3,58, 3,99, 4,01 e 4,32% respectivamente); clones 11, 5 e 6 (5,28, 5,32 e 5,54% respectivamente); clone 2 (5,74%); clone 3 (7,27%) e clone 4 que foi o que apresentou maior quantidade de polifenóis (10,06%). Esses valores são comparáveis aos dados de Mori (1997) que encontrou uma quantidade de extrativos em água quente em madeira de *Eucalyptus grandis* equivalente a 6,4% e em álcool/tolueno 8,7%. Sgarbi et al. (2000), estudando características químicas da madeira juvenil de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, verificaram que o teor de extrativos com álcool/tolueno variou de 7 a 12%.

A maior quantidade de extrativos observada no clone 4 sugere que este clone possivelmente apresente coloração mais intensa. Isso não significa,

entretanto, que essa relação é direta para todas as madeiras, uma vez que diferentes componentes fenólicos, com diferentes contribuições de pigmentos poderiam estar definindo as cores.

4.2.2 Lignina

Observando-se a Tabela 2, nota-se que as médias de lignina total, lignina solúvel e lignina insolúvel são diferentes entre os clones, mas não variam entre as duas posições longitudinais estudadas. A interação clone x posição longitudinal também não foi significativa para essas características.

Os clones apresentaram diferentes quantidades de lignina total entre si (Tabela 3), podendo ser organizados em cinco grupos de acordo com o teste de Tukey. Para essa característica, observa-se que o clone 11 apresentou o maior teor de lignina total (34,75 %) e o clone 9, o menor (28,56 %). Quanto à lignina solúvel, pode-se observar pela Tabela 3, que os clones podem ser organizados em seis grupos, onde o clone 1 apresentou o maior teor (3,56 %) e o clone 8, o menor (1,95 %).

A lignina insolúvel também pode ser reunida em três grupos, conforme consta da Tabela 3. O clone 11 apresentou o maior teor de lignina insolúvel (31,31 %), enquanto o clone 9 apresentou o de menor teor de lignina insolúvel (26,22%).

Observa-se que os valores médios para a lignina solúvel, insolúvel e total estão de acordo com Souza (2002) que encontrou valores semelhantes com lignina insolúvel (23,2% a 29,6%), lignina solúvel (2,3%) e lignina total (28,4%) para clones de *Eucalyptus* spp; Trugilho et al. (1996), também encontraram valores semelhantes com *Eucalyptus saligna* e Sgarbi et al. (2000) encontraram um valor entre 19-24% para lignina total em *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Rowell (1990) relata que a alteração da cor da madeira pode ser decorrente da deterioração de seus elementos constitutivos, onde se destaca a lignina. É possível inferir de resultados do trabalho de Sternadt & Camargos (1991), que pesquisaram 62 madeiras da Amazônia expostas à luz solar, tiveram a saturação de suas cores alteradas, possivelmente devido à deterioração de polifenóis e sobretudo da lignina.

4.3 Morfologia das fibras

Pela análise de variância (Tabela 2) pode-se observar que o efeito do clone foi significativo para as dimensões das fibras, exceto para sua largura. Para o comprimento das fibras, o efeito da posição longitudinal foi significativo. Na posição base, as fibras possuem um comprimento médio de 0,9563 mm, que foi menor que as fibras na posição topo, o qual apresenta fibras de comprimento médio de 1,0109 mm. A largura das fibras não apresenta efeito significativo, tanto para clones como posição longitudinal e interação clonexposição longitudinal.

A Tabela 3 mostra que as fibras da madeira do clone 4 tiveram o menor comprimento (0,880 mm). Por outro lado o clone de maior comprimento é o clone 10 (1,0917 mm). Para o diâmetro do lúmen e espessura da parede celular das fibras, apesar de terem apresentado diferença estatística significativa na análise de variância, o teste de médias revelou que todos os clones são iguais para este parâmetro. Isso, talvez se deve à pequena sensibilidade do teste Tukey.

Os resultados do presente trabalho estão em concordância com Barrichelo & Brito (1976) que verificaram em espécies do gênero *Eucalyptus* comprimento de fibra variando de 0,75mm a 1,30 mm, espessura de parede celular da fibra entre 2,5 e 6,0 μ m, largura das fibras de 12 a 20 μ m e diâmetro

do lúmen entre 6,0 a 10 μm , não verificando tendência de variação destes parâmetros de dimensão das fibras dentro da árvore.

De acordo com Macedo (2002) a claridade da madeira de *Eucalyptus grandis* diminui no sentido medula casca, à medida que o comprimento das fibras e a espessura da parede celular aumentam.

4.4 Colorimetria

Observa-se pela Tabela 4 que todos os parâmetros colorimétricos apresentam efeito significativo de clone, posição longitudinal, posição radial e a interação clonexposição radial. Os efeitos das interações clonexposição longitudinal e clonexposição longitudinalxposição radial não são significativos.

A Tabela 4 mostra o resumo da análise de variância para os parâmetros colorimétricos estudados.

TABELA 4 Resumo das análises de variância para os parâmetros colorimétricos dos clones (C) estudados em função das posições longitudinais (PL) e radiais (PR)

FV	G.L.	Quadrado Médio				
		L*	a*	B*	C*	h
C	10	104,12*	20,50*	16,45*	29,12*	61,39*
PL	1	233,51*	27,65*	29,88*	54,58*	31,17*
PR	3	241,59*	390,37*	12,02*	43,05*	2.564,20*
CxP.	10	5,53	1,09	1,33	1,38	6,93
CxPR	30	20,04*	2,96*	2,52*	3,31*	13,14*
CxPLxPR	30	3,60	0,77	0,42	0,45	5,18
Erro	179	6,48	0,84	0,76	1,03	4,04
Total	263					
CV (%)		3,45	9,68	4,48	4,66	3,13

*significativo ao nível de 5% de probabilidade

O efeito da posição longitudinal foi significativo. Verificou-se, na posição longitudinal, que os parâmetros colorimétricos (L*, a*, b*, C* e h) apresentaram-se diferentes entre as duas posições longitudinais (Tabela 5).

TABELA 5 Teste Tukey para o parâmetro L*, a*, b*, C* e h ao nível de 5% de probabilidade dos clones estudados para a posição longitudinal.(P.L)

P.L.	L*	a*	b*	C	h
1	72,96 a	9,79 b	19,85 b	22,27 b	64,01 a
2	74,84 b	9,15 a	19,17 a	21,36 a	64,69 b

1:base; 2: 2,80m da altura total da árvore

A madeira, na posição 1 (base), apresenta características de cor mais escura, com uma cor mais avermelhada, menos saturada e de menor tonalidade em relação à posição 2 (a 2,80m da altura total da árvore). Essas diferenças entre as duas posições podem se dar ao longo de toda a árvore, e variar com a idade, fato esse que pode ser comprovado pelo trabalho de Kumplers et al. (1993), onde os autores observaram que L* (claridade) e h (ângulo de tonalidade) diminuíram com o aumento de idade da árvore.

O efeito da posição radial foi estatisticamente significativo para todos os parâmetros, conforme mostra a Tabela 4.

Na Tabela 4, observa-se que as interações clone x posição longitudinal e clone x posição longitudinal x posição radial não foram significativas para todos os parâmetros de cor. Por outro lado, a interação clone x posição radial foi significativa, indicando que o efeito de clone é dependente da posição radial considerada. O resumo da análise de variância do desdobramento da posição radial dentro de cada clone encontra-se nas Tabelas dos Anexos C: 1C, 2C, 3C E 4C.

A Tabela 6 mostra que os clones 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9 possuem valores de claridade significativamente diferentes na região do alburno (A). Entre os clones, o número 1 foi o que apresentou valores mais elevados de claridade.

Analisando as coordenadas a^* e b^* de uma forma geral, nota-se que a madeira dos clones possuem maior influência da coloração amarelada, apesar da coloração vermelha ter participação significativa na composição final da cor das madeiras estudadas. No geral, a coloração amarela é bem uniforme entre as regiões estudadas dentro de um mesmo clone, com leves tendências do amarelo mais forte estar nas regiões mais externas (medula-casca). Para a coloração vermelha, esta tendência mostra-se ao contrário. As colorações vermelhas mais fortes estão nas regiões mais internas. Isso pode mostrar a presença de polifenóis mais marcantes nestas regiões. A variável média saturação (C^*), não exerce grande influência entre os clones. Por outro lado, o ângulo de tonalidade ou tinta (h) mostra que todos os clones encontram-se no primeiro quadrante.

A Tabela 6 mostra o teste de médias para o desdobramento da posição radial dentro dos clones estudados.

TABELA 6 Teste Tukey para o desdobramento de posição radial (PR) ao nível de 5% de probabilidade dos clones estudados para os parâmetro Claridade (L*), coordenada a* (vermelho-amarelo) coordenada azul-amarelo (b*), saturação (C*) e tonalidade (h).

Clones	P.R	L*	PR	a*	PR	b*	PR	C*	PR	h
01	M	74,39 a	A	4,17 a	A	18,31 a	A	18,79 a	Ci	60,88 a
	Ci	76,80 ab	Ce	9,15 b	Ce	18,36 a	Ce	20,54 b	Ce	63,41 ab
	Ce	79,28 bc	M	9,98 b	Ci	18,72 a	Ci	21,44 bc	M	63,89 b
	A	81,68 c	ci	10,43 b	M	20,41 b	M	22,74 c	A	77,20 c
Média		78,03		8,43		18,95		20,87		66,34
CV(%)		4,02		34,28		5,22		7,94		11,08
02	Ci	72,34 a	A	5,93 a	Ci	19,16 a	A	21,19 a	Ci	59,06 a
	M	72,61 a	M	10,72 b	M	19,56 a	M	22,33 ab	Ce	59,11 a
	Ce	72,78 a	Ci	11,51 b	Ce	20,02 a	Ci	22,38 ab	M	61,31 a
	A	79,13 b	Ce	11,99 b	A	20,33 a	Ce	23,36 b	A	73,77 a
Média		74,21		10,03		19,76		22,31		63,31
CV(%)		4,42		27,77		2,59		3,97		11,13
03	Ce	72,16 a	A	4,79 a	Ci	18,72 a	A	19,70 a	Ci	58,94 a
	M	74,39 a	M	10,99 b	M	18,86 a	M	21,84 b	M	59,78 a
	Ci	74,65 a	Ci	11,27 b	A	19,10 a	Ci	21,86 b	Ce	60,50 a
	A	78,50 b	Ce	11,61 b	Ce	20,54 b	Ce	23,61 c	A	45,85 b
Média		74,92		9,66		19,30		21,75		56,26
CV(%)		3,51		33,72		4,34		7,35		12,39
04	Ce	69,22 a	A	6,77 a	Ci	20,40 a	A	23,69 a	Ci	57,29 a
	M	69,38 a	M	11,98 b	M	20,94 a	M	24,14 a	Ce	58,56 a
	Ci	70,53 a	Ce	13,07 b	Ce	21,37 ab	Ci	24,27 a	M	60,22 a
	A	72,91 a	Ci	13,12 b	A	22,67 b	Ce	25,07 a	A	73,35 b
Média		70,51		11,23		21,34		24,29		62,35
CV(%)		2,41		26,90		4,53		2,366		11,91

Continuação da TABELA 6

Clones	P.R	L*	PR	a*	PR	b*	PR	C*	PR	h
05	M	69,81 a	A	5,85 a	Ci	18,66 a	A	20,94 a	Ci	59,56 a
	Ci	72,80ab	Ce	10,22 b	Ce	19,32 ab	Ci	21,66 ab	Ce	62,08 ab
	Ce	75,61bc	M	10,42 b	A	20,10 b	Ce	21,86 ab	M	62,70 b
	A	77,62c	Ci	10,97 b	M	20,24 b	M	22,79 b	A	73,80 b
Média		73,96		9,365		19,58		21,81		64,53
CV(%)		4,59		25,25		3,75		3,49		9,79
06	M	71,01 a	A	6,01 a	Ci	19,75 a	A	21,42 a	Ci	60,24 a
	Ci	73,11 a	Ce	11,17 b	A	20,56 a	Ci	22,77 ab	M	60,72 a
	Ce	73,25 a	Ci	11,31 b	Ce	20,66 a	Ce	23,51 b	Ce	61,67 a
	A	77,10 b	M	11,65 b	M	20,82 a	M	23,87 b	A	73,70 b
Média		73,61		10,03		20,44		22,89		64,08
CV(%)		3,44		26,81		2,33		4,73		10,04
07	M	72,94 a	A	5,31 a	Ce	18,10 a	A	19,44 a	Ce	63,21 a
	Ci	74,13 a	M	9,23 b	A	18,67 a	Ce	20,43 ab	Ci	63,77 a
	Ce	75,75 ab	Ce	9,26 b	Ci	18,99 a	M	21,21 b	M	64,28 a
	A	78,94b	Ci	9,42 b	M	19,05 a	Ci	21,24 b	A	74,14 b
Média		75,44		8,30		18,70		20,58		66,35
CV(%)		3,44		24,06		2,32		4,11		7,85
08	Ci	69,84 a	A	6,75 a	Ci	18,88 a	A	20,20 a	Ci	57,40 a
	A	70,84 a	M	11,10 b	A	19,02 a	M	22,44 b	Ce	58,49 a
	M	70,89 a	Ce	11,97 b	M	19,48 a	Ci	22,47 b	M	60,35 a
	Ce	74,78 b	Ci	12,07 b	Ce	19,50 a	Ce	22,90 b	A	70,48 b
Média		71,58		10,47		19,22		22,00		61,68
CV(%)		3,04		24,05		1,64		5,54		9,71

Continuação da TABELA 6

Clones	P.R	L*	PR	a*	PR	b*	PR	C*	PR	h
09	M	68,90 a	A	5,69 a	Ci	18,56 a	A	19,92 a	Ce	61,77 a
	Ci	70,47 ab	M	8,75 b	A	19,08 ab	Ci	20,64 ab	Ci	64,32 ab
	Ce	72,95 bc	Ci	8,95 b	Ce	19,54 ab	M	21,97 bc	M	66,46 b
	A	75,62 c	Ce	10,52 c	M	20,14 b	Ce	22,22 c	A	73,36 c
Média		71,98		8,47		19,33		21,18		66,47
CV(%)		4,08		23,82		3,47		5,15		7,48
10	Ce	72,78 a	A	6,29 a	Ci	17,83 a	Ci	19,71 a	Ce	58,78 a
	M	75,64 a	M	9,06 b	M	17,74 a	M	19,93 ab	Ci	62,00 b
	A	76,15 a	Ci	9,26 b	Ce	18,31 a	A	20,83 ab	M	62,93 b
	Ci	76,43 a	Ce	11,14 c	A	19,88 b	Ce	21,44 b	A	72,40 c
Média		75,25		8,93		18,44		20,47		64,02
CV(%)		2,23		22,35		5,37		3,92		9,14
11	M	71,46 a	A	6,67 a	Ci	18,59 a	Ci	21,12 a	Ci	61,77 a
	A	72,98 a	Ci	9,98 b	Ce	19,49 ab	A	21,36 a	Ce	62,83 a
	Ce	74,36 a	Ce	10,03 b	M	20,20 b	Ce	21,94 a	M	63,36 a
	Ci	74,67 a	M	10,11 b	A	20,27 b	M	22,62 a	A	71,81 b
Média		73,36		9,19		19,63		21,76		64,94
CV(%)		2,00		18,32		3,98		3,07		7,12

As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; A: albarno; Ce: cerne externo; Ci: cerne interno; M: medula.

O teste de Tukey para comparação de médias (Tabela 6) de cada parâmetro em cada clone demonstra que o alburno é mais claro, menos avermelhado, mais amarelado, menos saturado e apresenta tonalidade menor. De forma geral, o vermelho (a^*) não apresentou diferença entre as médias no cerne (medula, cerne interno e cerne externo). Entre as amostras extraídas do cerne e do alburno, a região menos amarelada (b^*) foi o cerne interno, exceto para o clone 1 e 7. Apesar disso, em quatro clones (2, 6, 7, 8) não se observou diferenças entre as médias pelo teste Tukey, o que indica que as amostras radiais coletadas no cerne, apresentam ligeira tendência a terem claridade menor do que o alburno.

Observa-se, pela Tabela 6 e as Figuras dos Anexos B: 1B, 2B, 3B, 4B e 5B que nos clones estudados, os valores colorimétricos de L^* , a^* , b^* , C^* e h , variaram na face tangencial no sentido medula-alburno. Quanto à claridade (L^*), pode-se observar, pela Tabela 6 e Figura 1B, que exceto pelo clone 11, o alburno apresentou maior claridade. Nos clones 1, 5, 6, 7, 9 e 11, a claridade aumentou da medula para o cerne externo. Nos clones 2 e 4, a claridade varia pouco dentro do cerne. Nos clones 3 e 10, a medula e o cerne interno foram mais claros que o cerne externo. O clone 8 apresentou cerne externo mais claro, destacando-se das demais regiões. A comparação das médias de claridade por posição radial de amostragem dentro de cada clone, pelo teste Tukey, pode ser observada pela Tabela 6 ou Figura 1B. Em termos de homogeneidade, a claridade, considerando inclusive amostra coletada no alburno, variou do clone 11 ($CV = 2,0\%$) ao clone 5 ($CV = 4,6\%$). Em geral, os clones apresentaram-se mais escuros na região da medula. Macedo (2002), também observou para madeira de *E. grandis* e *E. cloeziana*, valores de claridade mais elevados próximos à região da medula.

Para a coordenada a^* (espectro do vermelho), observa-se pela Tabela 6 e Figura 2 B que o alburno apresentou menores valores em todos os clones. Para as amostras coletadas no cerne, observa-se pela Figura 2 B que o valor da

coordenada a^* aumenta da medula para o cerne externo. Isso significa que o mesmo tende a ser mais avermelhado que o cerne interno e a medula. Com significado inverso, observa-se que a coordenada a^* diminui seu valor da medula para o cerne externo para o clone 6 (Tabela 6, Figura 2B). Os clones 1 e 5 apresentaram madeira mais avermelhada no cerne interno. A comparação das médias de coordenada a^* entre posições de amostragem radial no tronco, dentro de cada clone, pelo teste Tukey, demonstra que não existe diferença nos valores entre as amostras do cerne, mas que essas diferem das amostras do albúrnio. A maior variação da coordenada a^* , dentro da tora, foi constatada para o clone 1 (CV = 34,28 %) e a menor variação foi observada para o clone 11 (CV = 18,32 %).

Os resultados da variação do espectro da cor amarelo (coordenada b^*) no sentido da medula para o albúrnio podem ser observados na Tabela 6 e Figura 3 B. De forma geral, esta característica não apresenta um destaque no albúrnio como o que foi observado para L^* e a^* . Isso indica que as madeiras dos clones são mais homogêneas quanto ao espectro amarelo. A comparação das médias de coordenada b^* por posição radial de amostragem dentro de cada clone, pelo teste Tukey, pode ser observada pela Tabela 10 ou Figura 3 B. Quanto ao coeficiente de variação, pode-se notar que o clone mais homogêneo entre posições radiais de amostragem para essa coordenada foi o clone 8 (CV = 1,64 %) e o mais heterogêneo foi o clone 10 (CV = 5,37 %).

Quanto à saturação das cores das madeiras (C^*), observa-se pela Tabela 6 e Figura 4 B que, exceto pelos clones 10 e 11, o albúrnio é menos saturado que as amostras do cerne. O cerne externo foi a posição de amostragem onde as madeiras apresentaram saturação mais elevada para os clones 2, 3, 4, 8, 9 e 10. Os clones 1, 5, 6 e 11 apresentaram maior saturação nas madeiras amostradas próximas à medula. No clone 7, as saturações foram mais elevadas nas posições medula e cerne interno. A comparação das médias de saturação por posição

radial de amostragem dentro de cada clone, pelo teste Tukey, pode ser observada pela Tabela 6 ou Figura 4 B. O clone 4 foi mais homogêneo em termos de saturação (CV = 2,37 %) entre posições radiais de amostragem. O mais variável foi o clone 1 (CV = 7,94 %). Observou-se também uma grande similaridade de comportamentos entre saturação e coordenada b^* (coeficiente de correlação igual a 0,903). A associação da saturação com a coordenada a^* foi menos evidente (coeficiente de correlação igual a 0,650).

Exceto pelo clone 3, a tonalidade (h) sempre apresentou valores mais elevados no alburno para todos os clones. Como os valores médios de h para todos os clones ficaram acima de 50, deduz-se que as madeiras tendam para o amarelo. O menor valor médio de h foi apresentado pelo clone 3 (56,26) e o maior valor foi apresentado pelo clone 9 (66,47). Nas amostras do cerne pode-se observar que a região da medula produziu as amostras com tonalidades mais fortes para o clones 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 11. Em termos de cerne, as amostras coletadas na região do cerne externo apresentaram a maior tonalidade para os clones 3 e 6. A comparação das médias de tonalidade por posição radial de amostragem dentro de cada clone, pelo teste Tukey, pode ser observada pela Tabela 6 ou Figura 5 B. Quanto a homogeneidade, a tonalidade, considerando inclusive amostra coletada no alburno, variou do clone 11 (CV = 7,12 %) ao clone 3 (CV = 12,39 %).

Sabe-se que a face radial é mais clara que a tangencial (Hoffman, 1987). E no presente estudo as madeiras dos clones apresentaram essa característica, ou seja, madeiras de cor clara nessa face.

A Figura 8 mostra a reflectância das cores das madeiras dos clones estudados, na base (posição longitudinal 1) em relação ao comprimento de onda.

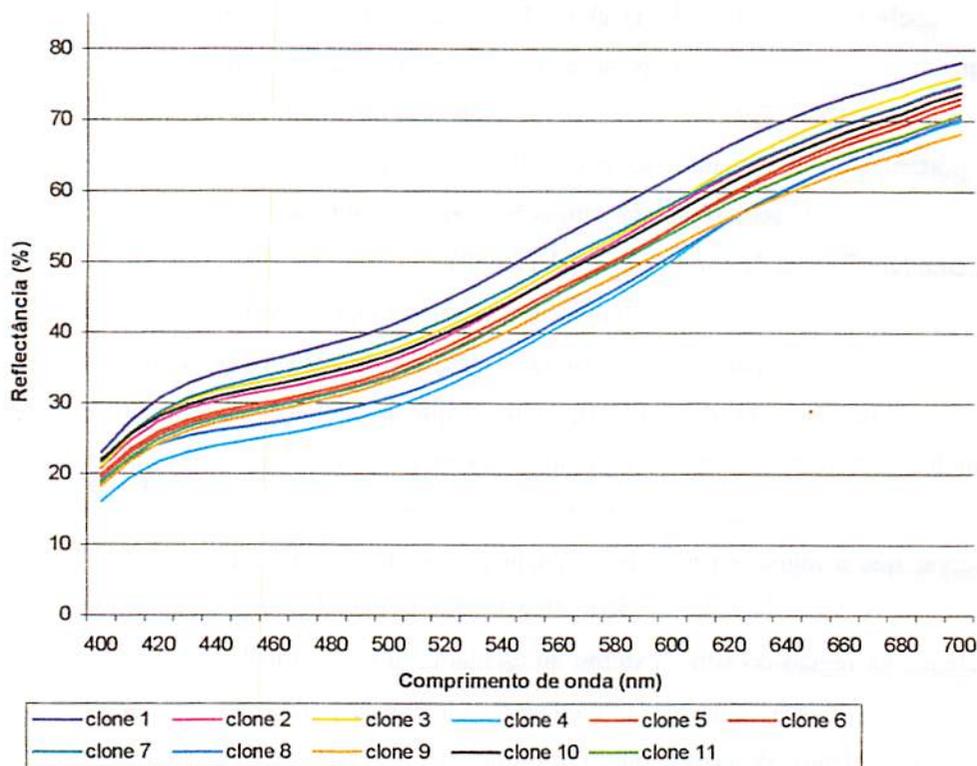


FIGURA 6 Reflectância das cores da madeiras estudadas na base (posição 1)

Pela Figura 6, verificou-se que a reflectância nos diferentes comprimentos de onda, das madeiras dos clones estudados, tiveram um comportamento diferente entre si. Na posição 1 (base), os clones 4 e 8 foram os que refletiram menos luz, enquanto os clones 1, 7 e 3 foram os que mais refletiram a luz nos diferentes comprimentos de onda. Estes clones, na região da base, caracterizam-se por cores bem próximas ao avermelhado.

A Figura 7 mostra a reflectância das cores das madeiras dos clones estudados a 2,80 m da altura total da árvore, em relação ao comprimento de onda.

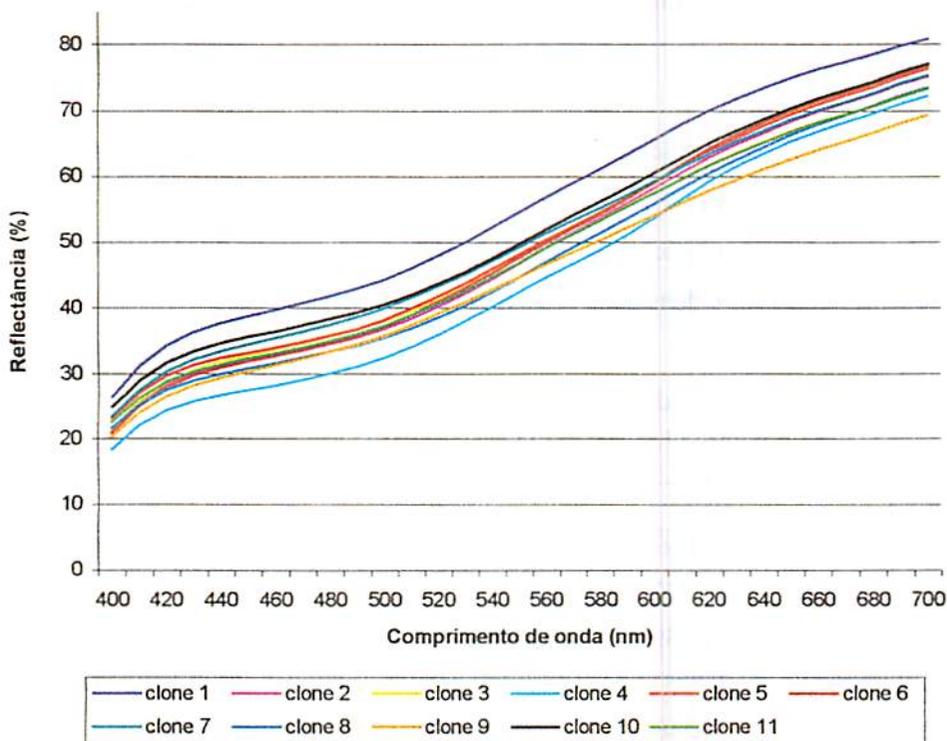
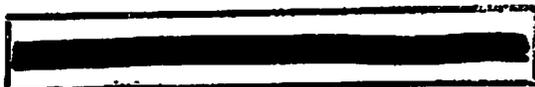


FIGURA 7 Reflectância das cores da madeiras estudadas na posição 2 (2,80m da altura total da árvore)

Pela Figura 7, nota-se que a reflectância emitida nos diferentes comprimentos de onda, para as madeiras estudadas na posição longitudinal 2 (2,80 m), apresentou o comportamento semelhante ao da base. A curva do clone 8 foi maior na posição 2, o que significa que essa madeira é mais avermelhada e



escura nessa posição. O clone 7 e 3 tiveram as curvas maiores nessa posição, mostrando que eles refletiram mais luz, ou seja apresentaram uma cor um pouco mais forte do que na base.

4.5 Associações dos parâmetros colorimétricos com outras características da madeira

A Tabela 5 apresenta os valores das correlações (Pearson) dos parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^* , C^* e h) das madeiras dos diferentes clones com as características da madeira (variáveis: dimensão das fibras, componentes químicos e densidade básica).

TABELA 7 Coeficiente de correlações de Pearson entre os parâmetros colorimétricos e as características da madeira

Variável	L^*	a^*	b^*	C^*	h
Densidade básica	-0,0667	-0,1978	0,1265	-0,0010	0,2836
Lignina insolúvel	0,0437	0,1758	0,0675	0,1128	-0,2111
Lignina solúvel	0,5339**	-0,4653**	-0,2998*	-0,3949	0,4150**
Lignina total	0,2057	0,0258	-0,0273	-0,0130	-0,0752
Polifenóis	-0,3487*	0,5478**	0,6709**	0,6839**	-0,3436*
Comprimento da fibra	0,2567	-0,3791*	-0,4037**	-0,4296**	0,2542
Largura da fibra	-0,1172	0,0408	-0,0445	-0,0140	-0,0720
Diâmetro do lúmen	0,0274	0,0667	-0,0186	0,0188	-0,0898
Espessura da parede	0,1075	-0,0141	-0,0334	-0,0328	-0,0002

* e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo Teste F respectivamente.

Observando-se a Tabela 7, nota-se que, para os clones estudados, a densidade básica não apresentou correlação significativa com os parâmetros colorimétricos, mostrando que esta característica não influencia na cor da madeira.

A lignina insolúvel e a lignina total não apresentaram correlação significativa com os parâmetros estudados, entretanto a lignina solúvel obteve correlação negativa e significativa, ao nível de 5% de probabilidade, com a coordenada b^* (amarelo) e positiva e significativa, em nível de 1% de probabilidade, com o parâmetro L^* (claridade) e h (ângulo de tonalidade). Isso significa que a lignina solúvel pode afetar a cor da madeira tornando-a avermelhada, à medida que seu teor diminui, podendo diminuir a claridade e a tonalidade, à medida que seu teor aumente ou diminua numa espécie.

O polifenol foi característica dos componentes químicos da madeira que melhor se correlaciona com os parâmetros da cor da madeira, pois apresenta os maiores valores de correlação com as características estudadas. O teor de polifenóis apresenta correlação positiva e significativa, em nível de 1% de probabilidade, com os parâmetros a^* , b^* e C^* , além da correlação negativa e significativa ao nível de 5% de probabilidade, para a claridade (L^*) e h (ângulo de tonalidade). À medida que o teor de polifenóis aumenta na madeira, provavelmente a cor avermelhada também irá aumentar, provocando seu escurecimento.

Pelos dados da Tabela 7, verifica-se que o teor de lignina afeta bem menos os parâmetros de cor do que o teor de polifenóis presentes na madeira, os quais, por sua vez, caracterizam-se como os principais responsáveis pela pigmentação da madeira.

Ainda com relação à lignina, pode ser que não seja o teor o mais importante na comparação com os parâmetros e, sim, o tipo de polímero. Como no caso do gênero *Eucalyptus*, o tipo de polímero não deve variar muito, e a sua influência na variação da cor pode estar sendo mascarada. Daí o teor de polifenóis ter apresentado melhor relação com os parâmetros da cor, uma vez que a quantidade passa a ser mais significativa.

A coordenada a* (vermelho) correlacionou-se de forma positiva e significativa, ao nível de 5% de probabilidade, com o comprimento da fibra. A coordenada b* (amarelo) e saturação (C*) se correlacionaram de forma negativa e significativa ao nível de 1% de probabilidade com o comprimento. A largura da parede celular da fibra, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular não tiveram correlação significativa com os parâmetros colorimétricos.

Comparando-se os dados de fibras com os dados de Macedo (2002) que em seu trabalho estudou *E. grandis* e *E. cloeziana*, nota-se que há uma semelhança, o que vem a confirmar os resultados obtidos neste trabalho na correlação com as dimensões das fibras. A autora encontrou correlação negativa do diâmetro das fibras com a coordenada b*(amarelo) e a saturação C*, obtendo correlação negativa com o ângulo de tonalidade (h) com o comprimento da fibra, e ainda afirma que a pigmentação vermelha tende a aumentar, à medida que a espessura da parede celular aumenta, o que pode ser comprovado pela correlação positiva da coordenada a* com comprimento e espessura da parede celular das fibras.

5 CONCLUSÕES

As madeiras dos clones estudados apresentaram variações entre os clones para cada parâmetro colorimétrico e os parâmetros correlacionados (dimensão das fibras, componentes químicos e densidade).

Existe uma diferença dentro da posição longitudinal da árvore, sendo que as madeiras na região da base apresentam cor diferente de uma madeira tomada a 2,80 m da altura total. Todos os parâmetros estudados: a claridade (L^*), coordenada a^* (vermelho-verde), coordenada b^* (amarelo-azul), saturação (C^*) e ângulo de tonalidade (h), detectaram estas diferenças.

Estes parâmetros mostram uma coloração mais clara no alborno e mais escura no cerne das espécies, caracterizando a maioria dos clones como madeiras de cor bege-rosado-amarelado. A coordenada b^* é a variável de maior influência na determinação da cor das madeiras dos clones. Por outro lado, a coordenada a^* pode ajudar a diferenciar duas madeiras de cor amarelada muito próximas, nas que tem presença do pigmento vermelho.

As variações nas medidas colorimétricas no sentido medula casca para o corte radial, apresentaram diferenças dentro de cada clone. Estas diferenças se dão pelo fato das características das fibras e químicas do próprio clone influenciarem na cor da madeira, podendo torná-la mais clara ou mais escura, à medida que os mesmos se encontram ou não em determinada quantidade no lenho.

Os polifenóis são elementos que apresentaram correlações mais marcantes com os parâmetros colorimétricos influenciando a cor das madeiras estudadas.

Os resultados dos parâmetros colorimétricos obtidos ao longo do raio lenhoso, indicam que a forma de desdobro da tora pode-se produzir madeiras mais amareladas ou peças com influência da coloração vermelha. Em

decorrência da coloração semelhante das madeiras de alguns clones (por exemplo, clones 4, 5, 6 e 7), a tecnologia de medição colorimétrica mostra eficiência e facilidade para detectar estas diferenças. Através dessa metodologia pode-se fazer uma triagem das peças em uma serraria, classificando-se as madeiras em lotes de cores mais homogêneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. I. F. do. **Estudo de cores**. Viçosa: UFV, 1975. 120 p.
- BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. **A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel**. Brasília: PRODEPEF – Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal, 1976. 145 p.
- BECKWITH, J. R. **Theory and practice of hardwood color measurement**. *Wood Science*, Madison, v. 11, n. 3, p. 169-175, 1979.
- CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C.; **A colorimetria aplicada como instrumentos na elaboração de uma tabela de cores de madeira**. *Brasil Florestal*, Brasília, v. 20, n. 71, p. 30-41, set. 2001.
- CHANG, S. T.; HON, D. N. S.; FEIST, W. C. **Photodegeneration and photoprotection of wood surfaces**. *Wood and Fiber*, Madison, v. 14, n. 2, p. 104-117, 1982.
- DATA COLOR. **Spectrometer microflash system**. [CIELAB, S.I.], 1996.
- DESCH, H. E.; DINWOODIE, J. M. **Timber- its structure, properties and utilisation**. 6. ed. London: McMillan, 1993. 410 pp.
- FLOT, J. L. **La couleur du chêne de troncage française: méthodologie de la mesure, variabilité géographique, classement industriel et incidences économiques**. Nancy, 1988. 89 p. (Mémoire de 3^e année ENITEF)
- GOLDSCHIMID, O. **Ultraviolet spectra**. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reations**. New York: Jhon Willey & Sons, 1971. p. 241-226.
- GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. **Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado**. *O Papel*, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, ago. 1986.
- GONZALES, J. C. **Caracterisation technologique de quatre especes peu connues de la Forest Amazonienne: anatomia, chimie, couleur, propriétés**

physiques e mecânicas. Nancy, 1993. 445 p. **Thèse (Doctorat) - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts - Université de Nancy I.**

GONZALES, J. C.; JANIN, G. Caracterização quantitativa aplicada a madeira - Utilização industrial do sistema CIELAB: Um enfoque para o setor mobiliário. Brasília, 2002. 16 p. Apostila - UNB – Universidade de Brasília.

HITTLER, C. R.; FREESE, F.; SMITH, D. M. Relationships in black walnut hardwood between color and other physical and anatomical characteristics. Wood and Fiber Science, Madison, v. 4, n. 1, p. 38-42, 1972.

HOFFMANN, P. Measure de la variabilité de la couleur du bois: méthodologie et influences de l'anatomie du plant ligneux et des variations angulaires du débit. Nancy: INRA/ENGREF, 1987. 74 p. (DEA Sciences du Bois).

HON, N. S. Formation of free radicals in photoirradiated cellulose - VI: effect of lignin. Journal of Science Polymer Chemistry, New York, n. 12, p. 2641-2652, 1975.

HON, D. N. S.; CHANG, S. T. Photoprotection of wood surfaces by wood-ion complexes. Wood and Fiber Science, Madison, v. 17, n. 1, p. 92-100, 1985

HUNTER, R. S. The measurement of appearance. New York: John Wiley, 1975.

JANIN, G. Colorimetria quantitativa aplicada a madeiras. Brasília: UNB, 1995. p. 1-15

JANIN, G.; EYONO OWOUNDI, R. Relationship between the cielab 1976 chromatic coordinates L (lightness black-white), a (redness-greenness) b, (blueness-yellowness) and basic density, shrinkage, percentage of latewood (texture) and age from the pith, of the european oak wood: CEE Report, 1991. 9 p.

JANIN, G. Mesure de la couleur du bois: intérêt forestier et industriel. Annales des Sciences Forestières, Paris, v. 44, n. 4, p. 455-472, 1987.

JANIN, G.; KLUMPERS, J.; MAZET, J. F. Etude de l'évolution de la couleur du bois de cœur des chênes en fonction de l'âge et évaluation de leur contenu polyphénolique. In: COLLOQUE "SCIENCES ET INDUSTRIES DU BOIS", 3., 1990, Arbois. 1990a.

JANIN, G.; MAZET, J. F.; FLOT, J. L. et al. Couleur et qualité du bois de cœur de chêne de trancheage: chêne sessile, chêne pédonculé et chêne rouge. *Revue Forestière Française*, Nancy, v. 2, n. 42, p. 134-139, 1990b.

KOLMAN, F.F.P. & COTÉ JR, W.A. *Principles of wood science and technology: solid wood*. Berlin, Springer-Verlag. 1968. 592 p.

KOWALISKI, P. *Vision et mesure de la couleur*. Masson, 1978.

KUMPLERS, J. *Le déterminisme de la couleur du bois de chêne. Etude sur les relations entre la couleur et des propriétés physiques, chimiques et anatomiques ainsi que des caractéristiques de croissance*. 1994. 109 p. Thèse (Doctorat) - Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts - Université de Nancy I, Nancy.

KUMPLERS, J.; JANIN, G.; BECKER, M. et al. The influences of age, extractive content and soil water on wood color in oak: the possible genetic determination of wood color. *Annales des Sciences Forestières*, Paris, v. 50, n. 1, p. 403-409, 1993.

LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. Genotype-environment interaction in wood basic density of Eucalyptus clones. *Wood Science and Technology*, New York, v. 34, n. 3, p. 197-206, Oct. 2000.

MACEDO, D. G. Aspecto Mercadológico da Madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* para a Indústria Moveleira. 2002. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MADY, F. T. M. *Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais*. Manaus: SEBRAE/AM/Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 212 p.

MICHOT, S. *Classification subjective des parquets de chêne: rapport de stage*. Epinal: Université de Nancy I, 1994. 48 p.

MINOLTA. *Precise color communication - color control from feeling to instrumentation*. Osaka. Japan, 1993. 49 p. - Université de Nancy I.

MORI, F. A. **Uso de Taninos da Casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos.** 1997. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MUÑIZ, G. I. B. **Fatores que Limitam a Utilização da Madeira de *Eucalyptus*. Seminário sólidos de Eucalipto: avanços científicos e tecnológicos.** Lavras: UFLA, 2002. p. 30-63.

NELSON, N. D.; MAEGLIN, R. R.; WAHLGREN, H. E. **Relationship of black walnut wood color to soil properties and site.** *Wood and Fiber Science*, Madison, v. 1, n. 1, p. 29-37, 1970.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood Technology.** 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 574 p.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood Technology.** 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1964. v. 1, 643 p.

PHELPS, J. E.; MACGINNES, E. A. **Growth-quality evaluation of black walnut wood. Part III: an anatomical study of color characteristics of black walnut veneer.** *Wood and Fiber Science*, Madison, v. 15, n. 3, p. 212-218, 1983.

PINCELLI, A. L. P. S. M. **Efeito da termorretificação no envernizamento, colagem e cor da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Pinus cariabaea* var. *hondurensis*.** 1999. 115 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

RESENDE, J. L. P. de; JUNIOR COELHO, L. M.; OLIVEIRA, S. D. A. **Economia florestal mineira Vis-à-Vis a economia florestal. Seminário Sólidos de Eucalipto: avanços científicos e tecnológicos.** Lavras: UFLA, 2002. p. 1-29.

ROSADO, S. C. S.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T. **Avanços Genéticos na Obtenção de Sólidos de *Eucalyptus* de Qualidade Superior. Seminário Sólidos de Eucalipto: avanços científicos e tecnológicos.** Lavras: UFLA, 2002. p. 114-124.

ROWELL, R. M. **Chemical modification of wood: its application to composite products.** *FRI Bulletin*, Bogor, n. 153, p. 57-67, 1990.

SANTORO, A.C.S. Colorimetria aplicada à madeira. Brasília, 1997. 42 p. Monografia (Graduação) – Unb – Universidade de Brasília.

SCALBERT, A.; MONTIES, B.; JANIN, G. Comparaison de méthodes de dosage des tannins: application à des bois de différentes espèces. In: COLLOQUE “SCIENCES ET INDUSTRIES DU BOIS”, 2., 1987, Nancy. Nancy, 1987.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. Características químicas e físicas e dimensões das fibras da madeira juvenil do híbrido de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*, cultivado na omissão de macronutrientes e boro em solução nutritiva. Revista *Árvore*, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 323-331, jul./set. 2000.

STERNADT, G. H.; CAMARGOS, J. A. Ação da luz solar na cor de 62 espécies de madeiras da Região Amazônica. Brasília: IBAMA, 1991. 14 p. (LPF. Série técnica, 22).

SOUZA, M. A. M. Deformação residual longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus*. 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SULLIVAN, J. R. color characterization of wood: color parameters of individual species. *Forest Products Journal*, Madison, v. 17, n. 8, p. 25-29, Aug. 1967.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *E. globulus*, *E. pelita* e *E. acmenoides*. IPEF, Piracicaba, n. 36, p. 35-42, ago. 1987.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. *Revista Cerne*, Lavras, v. 2, n. 1, p. 94-11, 1986.

TSOUMIS, G. *Wood as raw material*. Nancy, 1968. 276 p. - Japan.

VETTER, R. E.; CORADIN, V. R.; MARTINO, E. C.; CAMARGOS, J. A. A. Wood colour - a comparison between determination methods. *IAWA Bulletin*, Leiden, v. 11, n. 4, p. 429-439, 1990.

VITAL, B. R. Métodos de determinação de densidade da madeira. Viçosa: UFV, 1984. (Sociedade de Investigações Florestais, 1).

WEBB, D. A.; SULLIVAN, J. D. Surface effect of light and water on wood. Forest Products Journal, Madison, v. 14, p. 531-534, 1964.

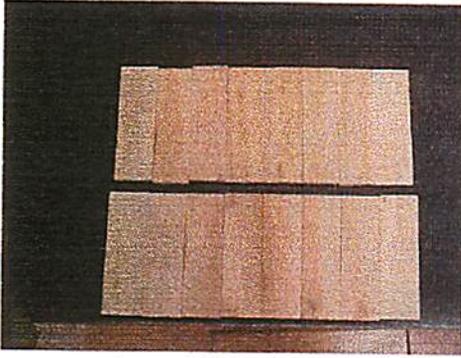
ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. Genetics of wood production. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337 p.

ANEXO

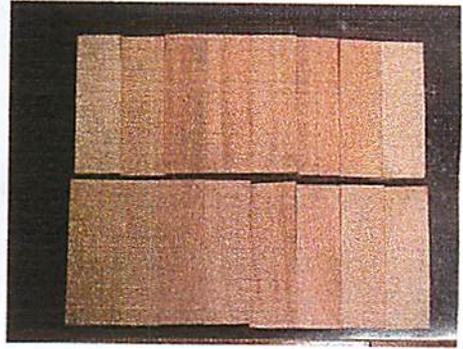
ANEXO A

Página

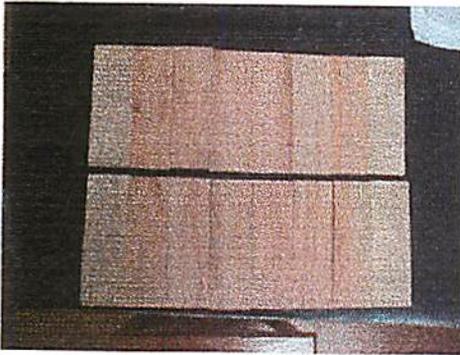
FIGURA 1 A Amostras estudadas nas posições base e topo da tora 55



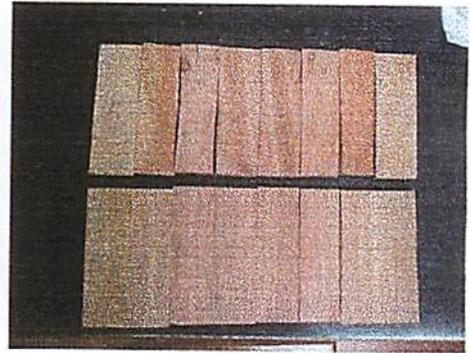
Clone 1



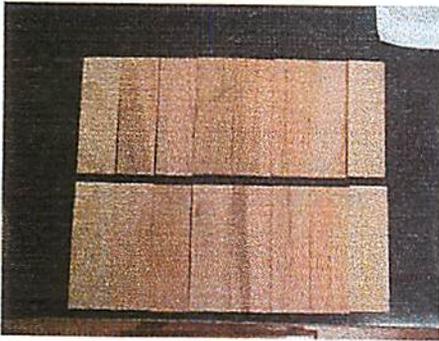
Clone 2



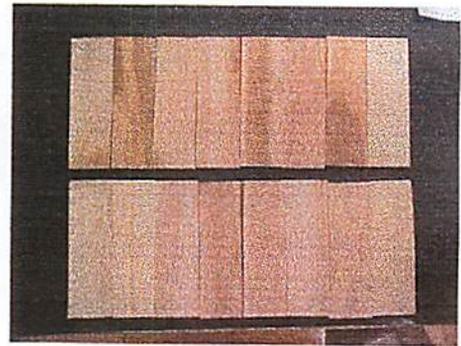
Clone 3



Clone 4

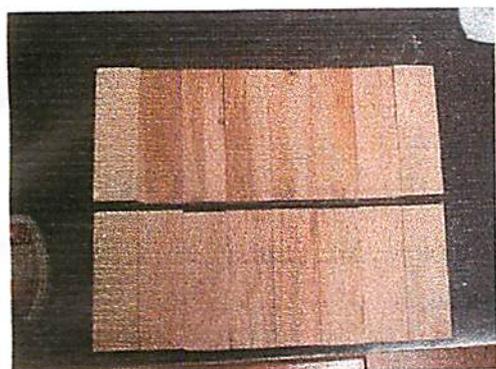


Clone 5

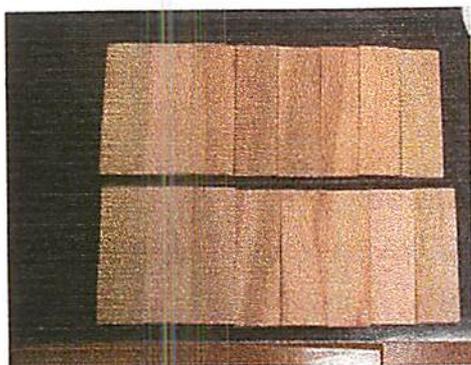


Clone 6

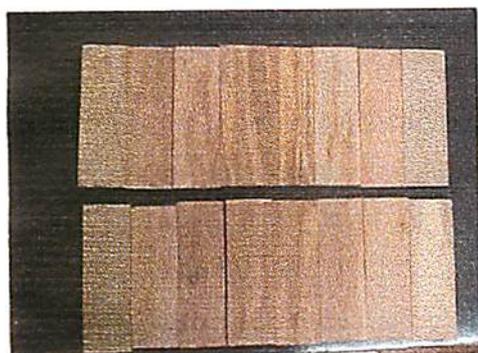
FIGURA 1 A Amostras estudadas nas posições base e topo da tora



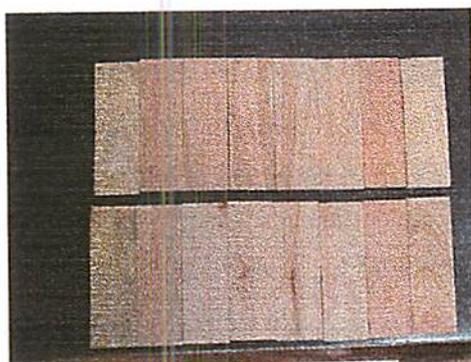
Clone 7



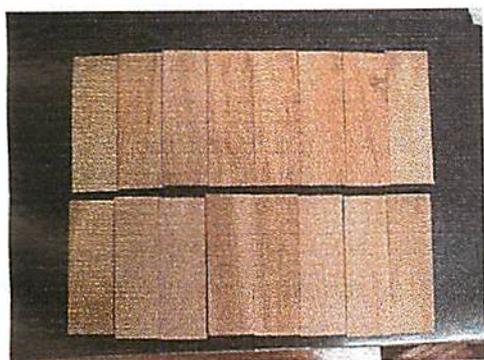
Clone 8



Clone 9



Clone 10



Clone 11

Continuação da FIGURA 1 A Amostras estudadas nas posições base e topo da tora

ANEXO

ANEXO B

Página

- FIGURA 1A Variação da claridade (L) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade..... 58
- FIGURA 2 A Variação do vermelho-verde (a*) da medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade 58
- FIGURA 3 A Variação do amarelo-azul (b*) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. 59
- FIGURA 4 A Variação da saturação (C) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade..... 59
- FIGURA 5 A Variação da tonalidade (h) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade..... 60

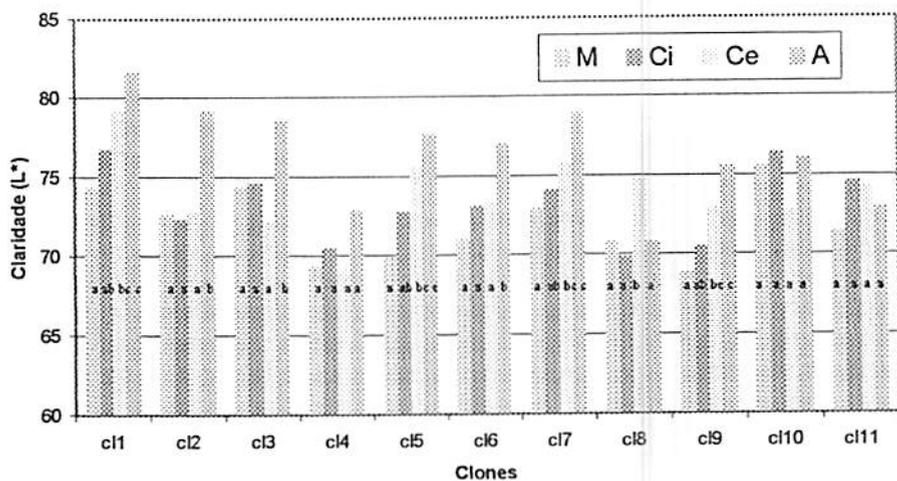


FIGURA 1 A Variação da claridade (L^*) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

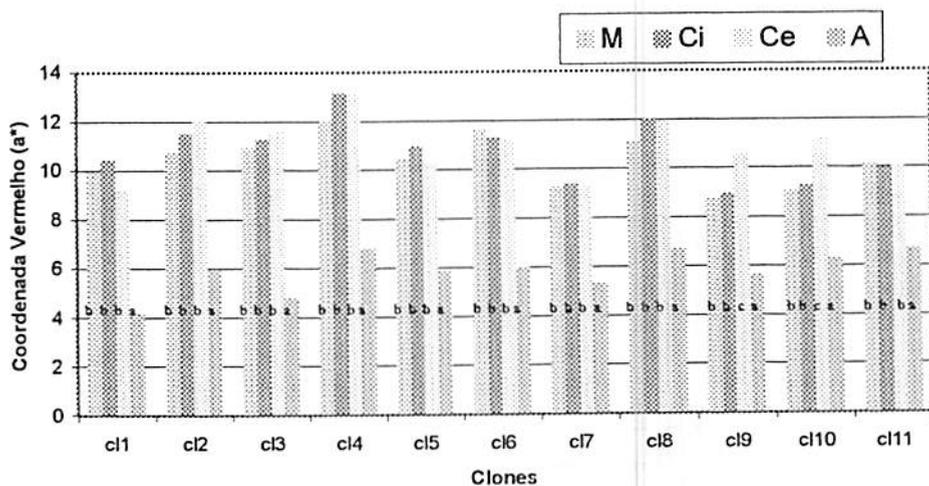


FIGURA 2 A Variação do vermelho-verde (a^*) da medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas

acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade

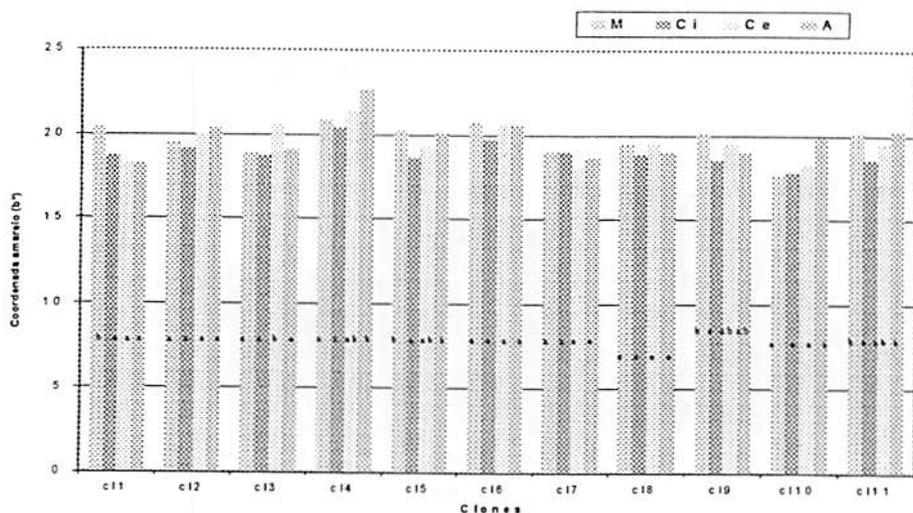


FIGURA 3 A Variação do amarelo-azul (b^*) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

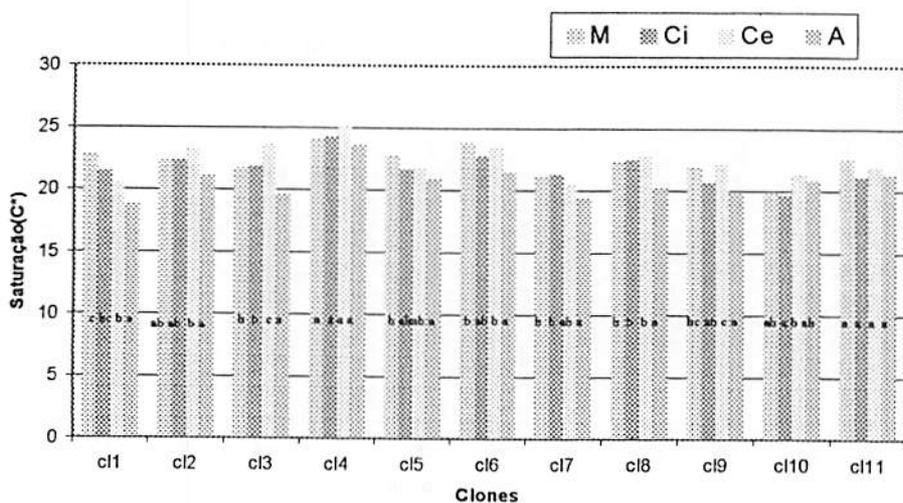


FIGURA 4 A Variação da saturação (C^*) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*.

Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

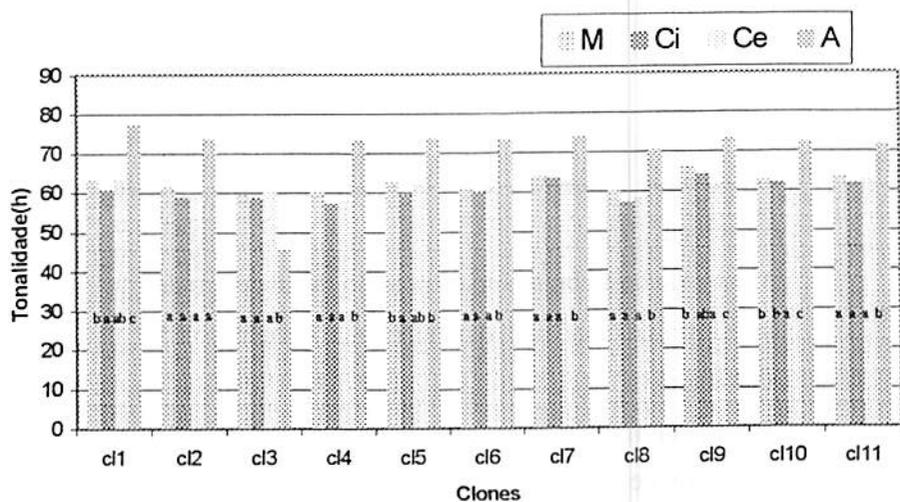


FIGURA 5 A Variação da tonalidade (h) na medula (M), cerne interno (CI), cerne externo (CE) e alburno (A) das madeiras de onze clones de *Eucalyptus*. Colunas acompanhadas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

ANEXO

	Página
ANEXO C	
TABELA1C Análise de variância do desdobramento de posição longitudinal dentro de cada clone da massa específica.....	64
TABELA2C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico L* (claridade).....	64
TABELA3C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico b* (coordenada amarelo)	65
TABELA4C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico C*(saturação).....	65

TABELA 1 C Análise de variância do desdobramento de posição longitudinal dentro de cada clone da densidade básica.

FV	GL	QM
PL/1	1	0,000104
PL/2	1	0,000963
PL/3	1	0,000060
PL/4	1	0,000113
PL/5	1	0,000131
PL/6	1	0,001634
PL/7	1	0,000011
PL/8	1	0,000400
PL/9	1	0,000864
PL/10	1	0,000504
PL/11	1	0,003313
Resíduo	44	0,000147

TABELA 2 C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico L* (claridade)

FV	GL	SQ	QM	Fc
1	3	177,88	59,29	5,12
2	3	193,83	64,61	5,58
3	3	124,96	41,65	3,59
4	3	208,48	17,41	1,50
5	3	208,48	69,49	6,00
6	3	115,94	38,64	3,33
7	3	121,94	40,64	3,51
8	3	85,69	28,56	2,46
9	3	155,57	51,85	4,47
10	3	50,81	16,93	1,46
11	3	38,91	12,97	1,12
Resíduo	183	2118,67	11,57	

TABELA 3 C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico b* (coordenada amarelo)

FV	GL	SQ	QM	Fc
1	3	17,68	5,89	5,31
2	3	4,74	1,58	1,42
3	3	12,58	4,19	3,78
4	3	16,82	5,60	5,05
5	3	9,75	3,25	2,92
6	3	4,07	1,35	1,22
7	3	3,44	1,14	1,03
8	3	1,78	0,59	0,53
9	3	8,13	2,71	2,44
10	3	21,84	7,28	6,56
11	3	11,02	3,67	3,31
Resíduo	183	203,06	1,10	

TABELA 4 C Análise do desdobramento de posição radial dentro de cada nível de clone para o parâmetro colorimétrico C* (saturação)

FV	GL	SQ	QM	Fc
1	3	49,50	16,50	8,19
2	3	14,15	4,71	2,34
3	3	46,02	15,343	7,61
4	3	5,93	1,97	0,98
5	3	10,39	3,46	1,72
6	3	21,08	7,02	3,48
7	3	12,95	4,31	2,14
8	3	26,75	8,91	4,42
9	3	21,57	7,19	3,57
10	3	12,07	4,02	1,99
11	3	8,08	2,69	1,33
Resíduo	183	368,70	2,01	