

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise das características da madeira e do óleo essencial de candeia –
Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish, da Região de Aiuruoca, MG**

Cláudia Lopes Selvati de Oliveira Mori

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Recursos Florestais, com opção em
Tecnologia de Produtos Florestais

Piracicaba
2008

Cláudia Lopes Selvati de Oliveira Mori
Engenheiro florestal

Análise das características da madeira e do óleo essencial de candeia – *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, da Região de Aiuruoca, MG

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ OTÁVIO BRITO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Recursos Florestais, com opção em
Tecnologia de Produtos Florestais

Piracicaba
2088

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – ESALQ/USP

Mori, Cláudia Lopes Selvati de Oliveira

Análise das características da madeira e do óleo essencial de Candeia –
Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish, da Região de Aiuruoca, MG/Cláudia
Lopes Selvati de Oliveira Mori.- - Piracicaba, 2008.

104 p.:il

Tese (Doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Árvores florestais 2. Madeiras 3. Óleos essenciais I. Título

CDD 634.97355

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

À Deus, por ter me dado forças para não desistir no meio do caminho.

À meu querido esposo Fábio Akira, pela paciência que teve pela distância, pelo apoio e amor incondicional.

A meu fiel “escudeiro” de grandes olhos castanhos e longas orelhas, que mesmo em meus estados de mau humor e tristeza, nunca deixou de me fazer festa e carinho: Scooby.

Aos meus amados pai e mãe, que me deram não só a vida, mas motivos para lutar por ela e procurar sempre ser uma pessoa melhor.

Aos amigos, pois como dizia o poeta, “quem tem um amigo possui um tesouro”.

A vocês, pessoas tão importantes na minha vida,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao professor José Otávio Brito pela orientação, compreensão e confiança depositados em meu trabalho.

Aos professores da UFLA, José Roberto Soares Scolforo, Evaristo Mauro de Castro e Maria das Graças Cardoso, pelos valiosos conselhos, atenção e orientação em meus momentos de dúvidas e incertezas.

Pelas sugestões apresentadas aos professores do LCF, Francides Gomes da Silva Júnior, Mário Tomazello Filho e Edson José Vidal.

À UFLA – Universidade Federal de Lavras que juntamente ao Grupo de Manejo e a Fundação Matutu, pelo apoio quanto a coleta do material deste trabalho, sem os quais o mesmo não teria sido executável.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” através do Departamento de Ciências Florestais (LCF), pelo auxílio e colaboração ao longo do curso.

À FAPESP por me proporcionar a bolsa de pesquisa e recursos que me auxiliou no desenvolver da minha tese.

Ao técnico de laboratório Udemilson Luís Ceribelli pela amizade e ajuda recebida.

As amigas Cláudia (Biba) e Samantha (Presépio), pela amizade sincera que fiz ao longo do curso.

A Juliana (Violeta), Eduardo (Gargalhada), pela amizade e auxílio durante o trabalho. Aos amigos Adalberto (Beto) e Emílio (Zé) pela paciência e grande ajuda prestadas na coleta do material.

À todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para o desenvolvimento do meu trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	8
3 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ÁRVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO DA CANDEIA - <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) McLeisch SOBRE ELEMENTOS ANATÔMICOS E DENSIDADE DE SUA MADEIRA.....	18
Resumo.....	18
Abstract.....	18
3.1 Introdução.....	19
3.2 Desenvolvimento.....	20
3.2.1 Revisão Bibliográfica.....	20
3.2.2 Material e Métodos.....	23
3.2.2.1 Seleção das árvores e coleta de madeira.....	23
3.2.2.2 Coleta e análise do solo.....	25
3.2.2.3 Determinação da idade.....	27
3.2.2.4 Preparo das amostras para anatomia.....	28
3.2.2.5 Análise anatômica da madeira.....	29
3.2.2.6 Densidade básica.....	29
3.2.2.7 Análise Estatística.....	30
3.2.3 Resultados e Discussão.....	30
3.2.3.1 Análise do Solo.....	30
3.2.3.2 Diâmetro e altura das árvores.....	33
3.2.3.3 Determinação da idade.....	34
3.2.3.4 Caracteres gerais da madeira de candeia.....	35
3.2.3.5 Descrição microscópica da madeira.....	36

3.2.3.6 Densidade básica.....	41
3.2.3.7 Associações dos elementos anatômicos com sua densidade básica e idade da madeira.....	43
3.4 Conclusão.....	44
Referências.....	44
4 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ÁRVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO DA CANDEIA (<i>Eremanthus erythropappus</i>) SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SUA MADEIRA.....	48
Resumo.....	48
Abstract.....	48
4.1 Introdução.....	49
4.2 Desenvolvimento.....	50
4.2.1 Revisão Bibliográfica.....	50
4.2.2 Material e Métodos.....	52
4.2.2.1 Seleção das árvores e coleta de madeira.....	52
4.2.2.2 Coleta e análise do solo.....	54
4.2.2.3 Determinação da idade.....	56
4.2.2.4 Análise Química.....	58
4.2.2.5 Análise Estatística.....	59
4.2.3 Resultados e discussão.....	59
4.2.3.1 Análise do Solo.....	59
4.2.3.2 Diâmetro e altura das árvores.....	62
4.2.3.3 Determinação da idade.....	63
4.2.3.4 Composição química.....	64
4.2.3.5 Influência da idade na composição química.....	66
4.3 Conclusão.....	67
Referências.....	67
5 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ARVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO SOBRE O RENDIMENTO E A QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANDEIA (<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.)	

McLeisch).....	70
Resumo.....	70
Abstract.....	71
5.1 Introdução.....	72
5.2 Desenvolvimento.....	74
5.2.1 Material e Métodos.....	74
5.2.1.1 Seleção das árvores e coleta de madeira.....	74
5.2.1.2 Coleta e análise do solo.....	76
5.2.1.3 Determinação da idade.....	78
5.2.1.4 Extração do óleo essencial.....	79
5.2.1.5 Avaliação da qualidade do óleo (CG).....	82
5.2.1.6 Análise Estatística.....	82
5.2.2 Resultados e discussão.....	83
5.2.2.1 Análise do solo.....	83
5.2.2.2 Diâmetro das árvores.....	86
5.2.2.3 Determinação a idade.....	86
5.2.2.4 Rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol.....	88
5.2.2.5 Influência da Idade no Rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e teor de alfa-bisabol.....	89
5.3 Conclusão.....	90
Referência.....	90
APÊNDICES.....	94

RESUMO

Análise das características da madeira e do óleo essencial de Candeia – *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, da região de Aiuruoca, MG.

As florestas têm sido fundamentais como suporte ao atendimento de diversas necessidades básicas do ser humano, como abrigo, vestuário, alimentos, energia etc. Nesse contexto, os óleos essenciais têm tido um importante papel, tanto no cenário nacional como no internacional. Várias espécies florestais possuem potencial para extração de óleo e, dentre essas, a candeia (*Eremanthus erythropappus*) possui um óleo de grande valor econômico, cujo princípio ativo, o alfa-bisabolol, é utilizado na fabricação de medicamentos, cosméticos etc. Pouco se sabe sobre esta espécie em relação às características da sua madeira, condições de crescimento etc, e as influências na quantidade e qualidade do óleo. O trabalho proposto teve como objetivo avaliar o efeito das condições do local de crescimento de um povoamento de candeia, sobre o rendimento e qualidade do óleo obtido, com a análise sendo contextualizada à luz de características químicas, física e anatômicas da sua madeira. O material de análise foi proveniente de árvores localizadas em um povoamento nativo de candeia, compondo uma área de baixada e outra de elevação, em cambissolo, existente na região de Aiuruoca, MG.

Palavras-chave: Óleo essencial; Características da madeira; *Eremanthus erythropappus*.

ABSTRACT

Analysis of the characteristics of the wood and the candeia essential oil - *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, of the region of Aiuruoca, MG

Forests have been fundamental as a source of several basic necessities of the human being, as shelter, clothes, nourishment, energy etc. In this context, essential oils have had an important role, either in the national or in the international scene. Many forest species have the potential for oil extraction and, amongst these, candeia (*Eremanthus erythropappus*) has an oil of great economic value, whose active principle, the alpha-bisabolol, is used in the production of medicines, cosmetics etc. Little is known about this species in relation to the characteristics of its wood, conditions of growth etc, and the influences in the amount and quality of the oil. This work had as objective to evaluate the effect of the conditions of the ground of a population of candeia, on the income and quality of the yield oil, with the contextualized analysis done under the light of chemical, physics, and anatomical characteristics of its wood. The analysis material originally from trees located in a native population of candeia, comprised of a low and a high region, in cambissolo, existing in the region of Aiuruoca, MG.

Keywords: Essential oil; Characteristics of the wood; *Eremanthus erythropappus*

1 INTRODUÇÃO

As florestas são fontes de recursos naturais para muitas utilidades humanas, sendo-nos indispensáveis para a obtenção de madeira, além de produtos não-madeireiros, representados pelos frutos, látex, sementes, cascas, folhas, óleos etc, dentro do conceito de uso múltiplo da floresta.

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) é uma espécie florestal que bem exemplifica tal conceito, com sua madeira sendo utilizada principalmente como moirão de cerca, pela sua alta durabilidade natural, e também como produtora de óleo, cujo principal produto é o alfa-bisabolol, com propriedades antibacterianas e usada na fabricação de medicamentos, perfumaria, cosméticos etc. (CÂNDIDO, 1991, CARVALHO, 1994). A sua maior incidência em território nacional é em Minas Gerais, predominante em locais montanhosos, pedregosos e com solo pobre, condições estas que não são empecilhos para o seu desenvolvimento. É muito comum encontrar-se grandes candeais em locais em que seria difícil o desenvolvimento de outra espécie arbórea ou de uma cultura agrícola.

Muito pouco se conhece sobre o crescimento da candeia, sua regeneração natural, a melhor maneira de cultivá-la (tratos silviculturais), como o óleo se distribui nas diversas partes da árvore, qual o diâmetro mínimo em que esta deve ser cortada para a produção do óleo, qual o melhor método de extração, as características da madeira, dentre outros. Considera-se ainda existir carência de um sistema de manejo consolidado para a espécie, visando-se um uso comercial mais planejado (PÉREZ, 2001).

Tem sido observada uma importante demanda comercial da madeira desta espécie no Sul de Minas Gerais, cujo óleo refinado, possui um alto valor, atingindo até US\$ 60,00/kg. O principal mercado do óleo é a Europa, cujo princípio ativo, o alfa-bisabolol, é utilizado com fixador na indústria de perfume (RIOS, 2003).

O processo mais comum da retirada do óleo da madeira é a extração por arraste por injeção direta de vapor. A quantidade em massa de óleo retirado por este método pode variar de 0,5 a 2% em relação a massa seca de madeira. As variações de rendimento podem ocorrer, sobretudo, devido a fatores edafo-climáticos e devido às diferentes procedências regionais existentes.

OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a produção de óleo essencial de um povoamento nativo de candeia, crescendo sob duas condições distintas de relevo na região Sul de Minas Gerais, com a análise sendo contextualizada sob à luz de diferentes idades das árvores, considerando-se algumas características tecnológicas de suas madeiras.

Levando-se em conta levando-se em conta duas condições distintas de relevo do local de crescimento das árvores, especificamente, nos capítulos 3, 4 e 5 do trabalho teve-se por objetivo:

- Avaliar a influência da idade das árvores nos elementos anatômicos e na densidade básica da madeira;
- Avaliar a influência da idade das árvores em algumas características químicas da madeira, e
- Avaliar a influência de diferentes idades das árvores sobre o rendimento de óleo essencial obtido da madeira e no seu teor de alfa-bisabolol.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A candeia é representada por várias espécies à saber: *Eremanthus arboreus* (Gardner) MacLeish , *Eremanthus brasiliensis* (Gardner) MacLeish, *Eremanthus polycephalus* (DC.) MacLeish, *Eremanthus glomerulatus* Less., *Eremanthus incanus* (Less.) Less, *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, entre outras. Destas espécies, a última, compõe o escopo deste trabalho (Figura 1).



Figura 1 - Árvore de candeia da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish

De acordo com CARVALHO (1994) a candeia (*Eremanthus erythropappus*) é classificada como Asteraceae e é uma espécie que pertence à classe das pioneiras e também considerada precursora na invasão de campos. Ela se desenvolve rapidamente em campos abertos, formando povoamentos mais ou menos puros. Isto também acontece dentro da floresta, quando há alguma perturbação, pois é uma espécie heliófila e a entrada de luz a beneficia (PÉREZ, 2001). A *Eremanthus erythropappus* se desenvolve em sítios com solos pouco férteis, rasos e, predominantemente, em áreas de campos de altitude, esta variando entre 900 e 1.700 m. As árvores de candeia apresentam porte pequeno, em torno de 10 metros de altura total, fuste irregular e curto em relação à copa, que se desenvolve no sentido horizontal (SCOLFORO et al. 2002). A candeia por apresentar crescimento inicial acelerado e com baixa exigência edáfica está

entre as poucas espécies que podem ser indicadas para o cultivo em áreas degradadas, (RIZZINI, 1979).

O tronco desta árvore possui uma casca grossa e cheia de fendas e, nos galhos mais novos, a casca torna-se menos rústica. As folhas têm uma característica marcante, que é a dupla coloração. Na parte superior são verdes e glabras e na parte inferior possuem um tom branco, tomentoso e são aveludadas (CORRÊA, 1931 citado por Pérez, 2001). As folhas são simples, opostas com pilosidade cinérea (CHAVES, RAMALHO, 1996 citado por PÉREZ, 2001). A raiz é do tipo pivotante, com sua parte principal se ramificando intensamente, formando um sistema radicular homogêneo, pouco desenvolvido, que não explora uma camada de terra muito profunda. As flores são hermafroditas e se apresentam em inflorescências de cor púrpura nas extremidades dos ramos (ARAÚJO, 1944).

O fruto é do tipo aquênio, com superfície cilíndrica e com dez arestas, de cor pardo-escuro, com aproximadamente 2 mm de comprimento. Cada fruto contém uma só semente. A madeira da candeia é dura, resistente, apresenta odor de ácidos valerianos e um óleo essencial cujo princípio ativo é o alfa-bisabolol (TEIXEIRA et al, 1996 citado por PÉREZ, 2001). A madeira é branco-acinzentada com riscas mais densas, dura, compacta, resistente à umidade e à putrefação, pesada e lisa; anéis de crescimento são perceptíveis; albúrnio e cerne mal-distintos, dois terços são de cerne (RIZZINI, 1979).

A floração da candeia começa quando a planta atinge os três anos de idade. A partir daí, as sementes já podem ser colhidas. Embora a época de floração varie de lugar para lugar e de ano para ano, esta ocorre no início do segundo semestre (agosto e setembro). Conforme CETEC (1994) na Estação Ecológica do Tripuí, em Ouro Preto - MG, no ano de 1993 a candeia começou a desenvolver seus botões florais em março. As flores abriram de maio a agosto e o pico de floração foi no mês de julho, quando alguns indivíduos já começaram a frutificar, apresentando o pico entre os meses de setembro e outubro, quando se inicia a dispersão de sementes ou aquênios. A frutificação se dá dois a três meses após, sendo a colheita feita de outubro a novembro, quando eles começam a cair (CÂNDIDO, 1991).

Sua madeira é usada para obtenção de moirões, esteios, caibros, postes, tacos, dormentes e vigas, graças à sua resistência e durabilidade. É lenha de primeira qualidade, queimando mesmo verde e dando chama clara, todavia, a fumaça é muito mal-cheirosa; serve de archotes para barcos e para fabricação de barcos (RIZZINI, 1979). A madeira é dura e resistente e seu peso específico

é de $0,912 \text{ g/cm}^3$, apresentando resistência ao esmagamento com carga perpendicular de 339 e carga paralela de 472 kg/cm^2 (CORREIA, 1931, citado por ARAÚJO, 1944). O mesmo autor, analisando o rendimento em volume de madeira por hectare, mostrou que seria de $37,938 \text{ m}^3$, O que foi considerado muito bom, em função da população com apenas com 11 anos.

A *Eremanthus erythropappus* é assim uma espécie florestal de usos múltiplos e muito utilizada na extração de óleo essencial, que se constitui na principal aplicação de sua madeira. O óleo tem alto valor no mercado (PÉREZ, 2001), exibindo propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (TEIXEIRA et al., 1996, citado por PÉREZ, 2001), possibilitando que o alfa-bisabolol seja utilizado na fabricação de medicamentos e cosméticos.

CARVALHO (1994) cita que a candeia ocorre na América do Sul, sendo encontrada no nordeste da Argentina, norte e leste do Paraguai e no Brasil. PEDRALLI, TEIXEIRA e NUNES (1996) indicam que se pode encontrar a candeia no Brasil, nos Estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. CARVALHO (1994) cita outros estados nos quais também a candeia vegeta, como Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e, também, Distrito Federal. A característica interessante desta espécie é o seu desenvolvimento em locais com solo pobre, rasos e pedregosos, ou seja, locais de difícil implantação de culturas agrícolas e até de algumas culturas florestais (MORI et al. 2003).

Forma grupos agregados amplos nos cerrados, campos e lugares devastados; é particularmente dispersa em Minas Gerais, sendo encontrados em Mariana, Ouro Preto, Juiz de Fora, Morro do Pilar, Carrancas, Caxambu e Aiuruoca (SCOLFORO et al. 2002).

A área de ocorrência da espécie é ilustrada na Figura 2. Nesta mesma figura são também apresentadas áreas onde têm sido executadas ações por parte de instituições de pesquisa, que também se constituíram pontos de referência para a coleta de material visando a execução do presente trabalho.

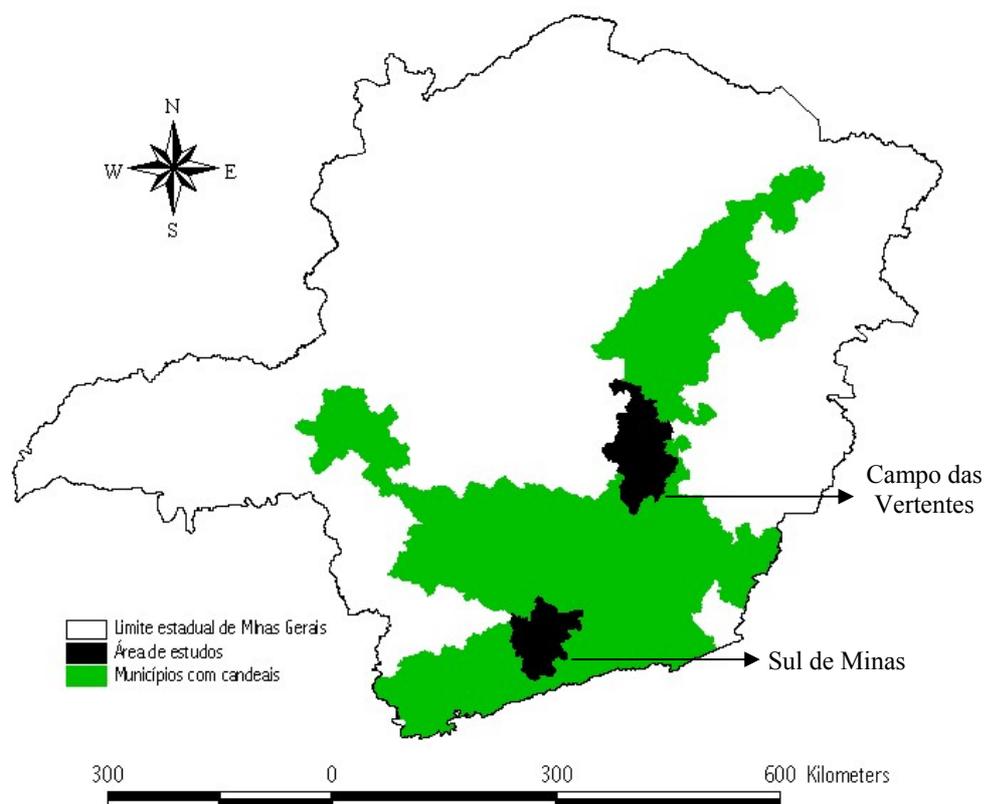


Figura 2 - Área de ocorrência e de estudo da candeia em Minas Gerais (SCOLFORO et al., 2002)

Para regiões mencionadas, muito pouco se conhece sobre o crescimento da espécie, sua regeneração natural, a melhor maneira de cultivá-la e realizar tratamentos silviculturais, como o óleo se distribui nas diversas partes da árvore, qual o diâmetro mínimo em que esta deve ser cortada para a produção do óleo, características da madeira etc.

O clima predominante nas regiões apontadas, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente dependendo da altitude do local considerado varia de 22 °C a 30 °C, a temperatura média anual varia entre 18 °C e 20 °C, e a média anual de precipitação pluviométrica entre 1.400 e 1.550 mm. Os meses mais chuvosos correspondem a novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, e as menores precipitações ocorrem em junho, julho e agosto. Nos campos de altitude da região sul de Minas, em termos edáficos a referência associa-se ao Cambissolo álico (Ca) e Cambissolo distrófico (Cd). Nas áreas da região com altitude em torno de 1.000 m o solo é classificado como

Cambissolo álico (Ca), ocorrendo também Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVd). Na região da Serra do Cipó, próximo de onde se situa a área, o material de origem é EIF, quartzito, filitos, meta-conglomerado, meta-brechas e filitos hematítico. O solo é classificado como Latossolo roxo distrófico (LRd), ocorrendo também Latossolo Vermelho Escuro álico (LEa), Cambissolo álico (Ca), solo litólico álico (Ra) e Podzólico Vermelho Amarelo distrófico (PVd) (SCOLFORO, et al. 2002).

De maneira geral, a fertilidade e textura do solo, onde ainda se encontram remanescentes de candeia os mesmos têm como características médias os valores apontados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios de fertilidade do solo em candeais nativos

Característica do Solo	Valor médio	Desvio padrão
pH	5,1	0,3
Matéria orgânica	2,2 dag/kg	0,9
Cálcio (Ca)	0,3 mg/dm ³	0,2
Magnésio (Mg)	0,1 cmolc/dm ³	-
Potássio (K)	40,7 mg/dm ³	21,7
Fósforo (P)	1,4mg/dm ³	0,4
Alumínio (Al ⁺³)	1,2 cmolc/dm ³	0,5
Índice de saturação de bases	9,7%.	-
Índice de saturação de alumínio	67,6%	-
Soma de bases trocáveis	0,5 cmolc/dm ³	0,2
Capacidade de troca catiônica efetiva	1,7 cmolc/dm ³	0,6
Capacidade de troca catiônica a pH 7,0	6,6 cmolc/dm ³	2,8

Fonte: SCOLFORO et al, 2007.

Com relação às características físicas do solo as distribuições granulométricas por tamanho, indicam solos variando de textura média a arenosa, com 68,7% de areia; 20,8% de argila e 11,2% de silte em média (SCOLFORO, 2007).

Não foram encontradas até o presente momento, referências bibliográficas publicados da ação do manejo e fertilização do solo, sobre a produção de óleo essencial obtido do lenho de

árvores de candeia. As poucas indicações dizem respeito à tratamentos culturais sem grandes embasamentos científicos.

A atividade produtiva ligada à cadeia comercial da candeia se inicia com o corte das árvores, realizada pelos extratores de madeira, que normalmente são trabalhadores rurais e pequenos produtores rurais. O extrator recebe o pagamento por dia de trabalho ou em função do volume de madeira extraído, sendo esta última, a forma mais utilizada. Este valor depende do diâmetro e da altura das árvores, da densidade de árvores por unidade de área, da proximidade das estradas para onde a madeira será baldeada, da topografia da área, e de outras dificuldades encontradas pelo extrator para cortar e retirar a madeira do candeal (CETEC, 1994).

CABACINHA et al. (2000) recomendam algumas práticas silviculturais que podem melhorar o desenvolvimento das árvores de candeia, tais como capinas, três no primeiro ano, duas no segundo e uma no terceiro; após o terceiro anos, só se realizaria a capina se for muito necessário. Para melhorar o desenvolvimento das plantas, o raleio deve ser feito retirando-se as árvores mais fracas e doentes. Segundo PEDRALI (1997) esta prática é fundamental para o manejo de candeia, pois esta é uma espécie dependente de luz. CANDIDO (1991) afirma que a candeia em plantios uniformes e com tratamentos silviculturais pode atingir alturas um pouco maiores do que 12 m.

A preocupação com as questões silviculturais da candeia tem aumentado significativamente, por conta da mesma ser uma espécie produtora de óleo essencial, cujo principal produto é o alfa-bisabolol, que exibe propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas; isso faz com que o alfa-bisabolol seja comercializado para a fabricação de medicamentos e cosméticos (MORI, et al. 2003). O alfa-bisabolol tem sido empregado em substituição ao azuleno (substância ativa da camomila) em produtos cosméticos e, em forma de medicamento aplicável a pele, o óleo impede a penetração de cercárias de *Schistosoma* (SCOLFORO, et al. 2002). Segundo RIOS (2003) o alfa-bisabolol é muito utilizado na Europa como fixador de perfumes.

GALDINO et al. (2003) ao considerar o teor de alfa-bisabolol, observou diferenças importantes nos seus teores, ao analisar óleos obtidos de diferentes lotes de madeira identificada como candeia amarela; o teor variou entre 63,10% a 72%. SIQUEIRA (2002) verificou que o componente do óleo que se apresenta em maior proporção é o alfa-bisabolol (66,11%) e outros

componentes identificados como o bisabolol oxidado (6,2%), beta-bisabolol (6%), alfa-eudesma (4,3%), etanona (4,2%) e azuleno (1%).

Segundo informações de produtores, o consumo de alfa-bisabolol no mercado brasileiro é estimado em 10 toneladas/ano, enquanto o volume consumido no exterior gira em torno de 80 toneladas/ano. Trata-se, portanto, de um mercado que movimentaria 90 toneladas/ano, provenientes de mais de 11.000 m³ de madeira extraída e processada, a grande maioria de forma ilegal (IMAFLOA, 2007).

Os produtos obtidos da candeia alcançam preços relativamente altos no mercado. Por exemplo, os produtores rurais pagam de R\$ 35,00 a R\$ 55,00 pela dúzia de moirões. Já as indústrias que extraem o óleo essencial pagam entre R\$ 50,00 e R\$ 90,00 pelo metro estéreo de madeira. O óleo de candeia natural bruto e o alfabisabolol são comercializados nos mercados nacional e internacional, podendo alcançar de US\$ 27.00 a US\$ 60.00/kg, respectivamente (SCOLFORO et al. 2007).

Por causa da sua enorme importância econômica, a espécie vem sendo intensamente explorada em suas regiões de origem, o que tem causado forte redução da sua área de ocorrência natural; por conta deste fato, tem crescido o interesse na realização de estudos sobre a espécie e a obtenção de óleo de sua madeira (GALDINO, et al. 2003).

No Brasil, existem cinco indústrias de óleo de candeia natural bruto (Tabela 2 e Figura 3), com uma produção anual estimada em cerca de 170 mil quilos, sendo grande parte exportada, principalmente para países europeus. Já o alfabisabolol, obtido a partir da destilação do óleo de candeia bruto, é produzido apenas por três indústrias brasileiras, que o fornecem para distribuidores e indústrias de cosméticos e de fármacos para servirem de componente em formulações de batons, protetores solares, cremes dentais, loções pós-barba, cremes para barbear, produtos para depilação, entre outros (MORI, et al. 2003).

Tabela 2 - Indústrias que extraem o óleo de candeia natural bruto e/ou alfabisabolol natural

Especificação	Município	Estado
- Citróleo Óleos Essenciais Indústria e Comércio Ltda*	Torrinha	São Paulo
- Purita Óleos Essenciais Indústria e Comércio Ltda*	Torrinha	São Paulo
- Dierberger Óleos Essenciais S.A***.	Barra Bonita	São Paulo
- Citrominas Óleos Essenciais Ltda**	Carrancas	Minas Gerais
- Citroflora Ltda**	Morro do Pilar	Minas Gerais
- Atina Ind. e Com. de Produtos Florestais Não Madeireiros S.A. *	Pouso Alegre	Minas Gerais
- Destilaria Maripá – Óleos Essenciais**	Maripá	Paraná

* produção de óleo de candeia natural bruto e alfabisabolol

** produção de óleo de candeia natural bruto

*** produção de alfabisabolol



Figura 3 - Detalhes das dornas e do pátio de estocagem da madeira de uma destilaria de óleo de candeia

Apesar da exploração da candeia e da comercialização de seus produtos serem atividades geradoras de renda, ainda não há um sistema de manejo consolidado para essa espécie, tanto para as áreas onde sua ocorrência é natural, como para plantios puros ou mistos, que visem uma aplicação comercial mais planejada, associada a uma maior e melhor qualificação de sua madeira e do óleo resultante.

Referências

ARAÚJO, L.C. *Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Sch. Bip.: sua exploração florestal .1944. 54p. (Tese para o concurso de Professor de Horticultura e Silvicultura) - Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, 1944.

CÂNDIDO, J.F. **Cultura da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip.)**: Viçosa: UFV, 1991. 57p (Boletim de Extensão, 35)

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNP , 1994. 640 p.

CETEC. **Ecofisiologia da candeia**. Belo Horizonte, set 1994. 104p.

CABACINHA, C.D.; CECERE, S.; GOMES, M.A.O.; SCOLFORO, J.R.S.; TELLES, L.; VALLLE, F. .F. **Manejo da floresta nativa em propriedades rurais: O caso da candeia**. Lavras: UFLA, 2000. 32p (Boletim Técnico, n 25).

GALDINO, A.P.P.; BRITO, J.O.; GARCIA, R.F.; SCOLFORO, J.R. Estudo sobre o rendimento e a qualidade do óleo essencial de candeia (*Eremanthus* sp) e a influência das diferentes origens da sua madeira. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS – DIAGNÓSTICOS E PERSPECTIVAS, 2., 2003, Campinas **Anais...** Campinas, 2003. 3-5 nov. . p.31.

IMAFLOTA - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. **Certificação FSC, um diferencial para a indústria cosmética e farmacêutica**. 2007 (Boletim, 19)

MORI, F.A.; MENDES, L.M.; MORI, C.L.S.O.; SIQUEIRA, D.; GUERREIRO, M.C. Rendimento e Composição Química do Óleo da Madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus*) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS – DIAGNÓSTICOS E PERSPECTIVAS, 2003. Campinas **Anais...** Campinas, 2003. p.25.

PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M.B.; NUNES, Y.R. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento da “candeia” (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip.) na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG, Brasil. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 21, n.2, p.301-306, 1997.

PÉREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) Mac. Leish)**. 2001. 71 p Tese de(Mestrado na área de Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras , 2001.

RIOS, P. D'ANGELO. **Otimização do rendimento em óleo essencial de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. 2003. 29p, (Monografia) - Universidade Federal de Lavras, 2003.

RIZZINI, C.T., **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. Cidade: Edgard Blücher 1979. 296p.

SCOLFORO, J.R.S; OLIVEIRA, A.D.de; DAVIDE, A.C.; MELLO, J.M.de; ACERBI JUNIOR, F. W. **Manejo sustentável da candeia *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*. Manual completo**. Lavras:UFLA-FAEPE. 2002. 350p.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C.; MELLO, J. M.; ACERBI JUNIOR, F. W. **Manejo Sustentado da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch e *Eremanthus incanus* (Less.) Less.)**. 2007 (Relatório Técnico Científico)
http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/relatorio_projeto.pdf

SIQUEIRA, D. **Caracterização química da casca e madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus*)**.2002. 21p. (Monografia.)- Universidade Federal de Lavras , Lavras 2002.

3 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ÁRVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO DA CANDEIA - *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch SOBRE ELEMENTOS ANATÔMICOS E DENSIDADE DE SUA MADEIRA

Resumo

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) pertence à família Asteraceae, com sua madeira sendo utilizada para obtenção de moirão, lenha e postes. Dela também se extrai o óleo essencial de grande valor econômico, cujo princípio ativo, o alfa-bisabolol é amplamente utilizado na indústria cosmética e farmacêutica. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar anatomicamente o xilema secundário da madeira de candeia, considerando-se duas condições distintas de relevo do local de crescimento das árvores, na região de Aiuruoca, Sul de Minas Gerais. As duas condições distintas de relevo correspondiam a uma parte do povoamento crescendo a 1000m (Área 1) e a outra a 1.100m de altitude (Área 2). Em cada uma delas foram abatidas 15 árvores, distribuídas em 3 classes diamétricas, das quais foram escolhidas, especificamente para este estudo, os discos situados na base do tronco da árvore. Sob tais discos foram conduzidas as determinações da idade das árvores, as avaliações anatômicas e as determinações de densidade básica. Procedeu-se também a coleta de amostras do solo das duas áreas, para análise física e químicas. Observou-se, de maneira geral, que as características anatômicas das madeiras das duas áreas do terreno são bastante semelhantes, com somente algumas variações na quantidade de vasos e tamanho de pontuações. As células de óleo da candeia apresentaram-se nas células do parênquima radial (raios). A densidade variou de 0,74 g/cm³ para a madeira obtida no terreno situado a 1000 m e 0,68 g/cm³ para aquela obtida no terreno de 1.100 m de altitude, sendo os resultados considerados estatisticamente diferentes.

Palavras-chave: Caracterização anatômica; Densidade básica; *Eremanthus erythropappus*.

INFLUENCE OF THE AGE OF THE TREE AND THE CHARACTERISTICS OF THE PLACE OF GROWTH OF THE CANDEIA - *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch ON ANATOMICAL ELEMENTS AND DENSITY OF ITS WOOD

Abstract

The candeia (*Eremanthus erythropappus*) belongs to the Asteraceae family, with its used wood being for attainment of will post, firewood and poles. Of it also the essential oil of great economic value is extracted, whose active principle, the alpha-bisabolol widely is used in the cosmetic and pharmaceutical industry. The present work had as objective anatomical to characterize secondary-xylem of the candeia wood, considering itself two relief distinct conditions of the place of growth of the trees, in the region of Aiuruoca, South of Minas Gerais. The two distinct relief conditions corresponded to a part of the population growing 1000 m (Area 1) and to another one 1.100 m of altitude (Area 2). In each one of them had been abated 15 trees,

distributed in 3 diameter classrooms, of which had been chosen, specifically for this situated study, records in the base of the trunk of the tree. Under such records the determination of the age of the trees had been lead, the anatomical evaluations and the determination of basic density. The collection from samples of the ground of the two areas was also proceeded, for physical analysis and chemical. It was observed, in general way, that the anatomical characteristics of the area them wood them two areas of altitude it land are sufficiently similar, with only some variations in the amount of vases and size of pits. The oil cells of the candeia had been presented in the cells of parenchyma radial (rays). The density varied of 0,74 g/cm³ for the wood gotten in the situated land 1000 m and 0,68 g/cm³ for that one gotten in the 1.100 m land of altitude, being the considered results statistical different.

Keywords: Anatomical characterization; Specif mass; *Eremanthus erythropappus*

3.1 Introdução

As florestas são fontes de recursos naturais para muitas utilidades humanas, apresentando grande diversidade e riquezas e também função social. Em muitos locais, as populações ainda têm nas florestas a fonte primeira de alimento, renda, paz, bem-estar social, saúde e segurança. Além disso, delas extraem os produtos denominados não-madeireiros, seja na forma de frutos, látex, sementes, cascas, folhas, óleos essenciais, etc. Embora pouco conhecidas sob os pontos de vista biológico e silvicultural, muitas espécies florestais nativas possuem grande potencial econômico a ser explorado e no rol das espécies brasileiras, a candeia é um exemplo típico.

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) é uma espécie florestal comum nas montanhas de Minas Gerais, ocorrendo também nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia; destaca-se pela alta durabilidade e poder energético de sua madeira e também por possuir um óleo essencial, cujo princípio ativo, o alfa bisabolol, é muito utilizado para a confecção de produtos cosméticos e fármacos devidos as suas excelentes propriedades. Por ser uma espécie que se desenvolve em solos rasos e de poucas exigências edáficas, a candeia vem sendo utilizada em plantios no estado de Minas Gerais, onde há o predomínio de cambissolos, se prestando assim para recuperação de áreas degradadas, pois apresenta um crescimento inicial acelerado e com baixa resistência edáfica.

Atualmente, existe uma demanda comercial pela espécie para a extração do seu óleo essencial, que no mercado atinge altos valores. Apesar disso, há poucos estudos relacionados às características da sua madeira bem como dos seus aspectos de manejo. Tendo em vista todo o

potencial da espécie e a falta de informações tecnológicas de sua madeira, a necessidade de estudos anatômicos sobre o seu lenho torna-se importante.

O estudo das características anatômicas da madeira é de fundamental importância, sendo amplamente utilizado na identificação de espécies florestais e distinção de madeiras aparentemente idênticas, bem como para o conhecimento da sua estrutura anatômica visando uso correto e adequado, além de prever e compreender seu comportamento no que diz respeito a sua utilização.

Os estudos anatômicos da madeira possibilitam também correlacionar a estrutura do lenho e as propriedades físicas e mecânicas. A composição do lenho, a estrutura e a organização de seus elementos constituintes são os fatores que determinam as propriedades físicas da madeira e a sua aptidão para o uso comercial e constitui em um grande auxílio na interpretação de resultados obtidos quando o material é submetido a diferentes testes e tratamentos.

É nesse contexto que se insere o presente estudo, que teve por objetivo avaliar as características da madeira de árvores procedentes de um povoamento nativo de candeia existente em Aiuruoca, Sul de Minas Gerais que compreenderam: a análise anatômica macroscópica e microscópica, e sua densidade básica, verificando a influência da idade das árvores e levando-se em conta ainda duas condições de relevo do local.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Revisão Bibliográfica

- Anatomia da Madeira

A anatomia da madeira é o estudo dos diversos tipos de células que constituem o lenho (xilema secundário), suas funções, organização e peculiaridades estruturais com os objetivos de conhecer a madeira visando um emprego correto; identificar espécies, distinguir madeiras aparentemente idênticas; prever utilizações adequadas de acordo com as características anatômicas da madeira; prever e compreender o comportamento da madeira no que diz respeito à sua utilização (BURGER e RICHERT, 1991).

A composição do lenho e a sua estrutura e organização de seus elementos determinam as propriedades físicas da madeira e sua aptidão para a indústria (ESAU, 1974).

A emissão e a distribuição dos elementos constituintes do lenho nos anéis de crescimento e as múltiplas variedades de arranjos desses elementos, nos planos de orientação em relação ao eixo central do caule, são utilizadas na anatomia descritiva, visando a identificação. Para relacionar as propriedades físicas e mecânicas da madeira com a sua anatomia, são necessários uma avaliação quantitativa de seus constituintes anatômicos e arranjo desses constituintes, para que possam ser obtidas relações numéricas (CHIMELO, 1980).

O lenho das árvores é formado por diferentes tipos de células. As folhosas possuem uma estrutura mais complexa que as coníferas, contendo um maior número de tipos celulares. Dentro do grupo das folhosas, existem variações consideráveis. Os principais elementos anatômicos das folhosas são: os elementos de vaso, responsáveis pelo transporte de água e nutrientes; os fibrotraqueídeos e as fibras libriformes, responsáveis pela resistência mecânica; os tecidos de reserva, responsáveis pelo armazenamento de nutrientes; e os raios, responsáveis pela transferência de material no sentido radial (OLIVEIRA, 1988; METCALFE e CHALK, 1983).

Para madeiras de eucalipto, o comprimento, a largura e a espessura da parede aumentam rapidamente com o aumento da distância a partir da medula, com os valores estacionando após um período que varia de 8 a 15 anos. A altura da árvore tem pouco efeito sobre o comprimento da fibra, enquanto que a largura aumenta com a altura da árvore até, aproximadamente, a altura média, seguida por um rápido decréscimo (TOMAZELLO FILHO, 1987; MALAN, 1995). O aumento do comprimento das fibras, em função da idade, é resultado do aumento do comprimento das células que as originam, denominadas de iniciais fusiformes. A estabilização do comprimento das fibras, para várias espécies de eucaliptos, somente irá ocorrer após iniciar-se a formação da madeira adulta, fase em que as células do câmbio vascular atingem o seu comprimento máximo (TOMAZELLO FILHO, 1987).

A espessura da parede das fibras está intimamente relacionada com a densidade da madeira e as variações na espessura da parede entre e dentro das árvores são similares ao padrão de variação da densidade (MALAN, 1995). O diâmetro dos elementos de vaso aumenta diretamente com a distância a partir da medula, enquanto a sua frequência diminui. A proporção dos vários tipos de tecidos muda relativamente pouco com a idade e altura (MALAN, 1995).

ARAUJO (1944) notou em espécies de *Eremanthus erythropappus*, distribuídos pelos raios, a presença de células cujo conteúdo faz pensar numa substância oleosa de cheiro ativo que exsuda do lenho nos indivíduos com maior idade. MELLO (1950), descrevendo o lenho da

candeia encontrou nos raios células oleosas de cheiro ativo. Os óleos essenciais estão contidos em glândulas, canais, câmaras ou bolsas glandulares, as quais podem encontrar-se sobre ou próximo das superfícies ou incluídas no interior dos tecidos da planta (CARDOSO et al. 2000).

CHAGAS et al. (2005) em estudos mais recentes, verificou que o lenho da candeia é caracterizado por anéis de crescimento distintos, delimitados por parênquima marginal e zonas fibrosas, indicando sazonalidade e anualidade; o perfil da densidade do lenho evidenciou variações intra e inter-anéis de crescimento e modelos de variação radial da densidade.

Por ser uma espécie que obteve destaque no setor florestal apenas nos últimos anos, pouco se sabe sobre a candeia (*Eremanthus erythropappus*). Os estudos que envolvem suas características silviculturais, tecnológicas, genéticas e de manejo ainda são bastante escassos na literatura brasileira. Nesse contexto, inclui-se os estudos anatômicos de sua madeira.

- Densidade Básica

A densidade é uma das características mais importantes entre as diversas propriedades físicas da madeira. Conforme ressaltam BRASIL e FERREIRA (1971), é um índice de qualidade muito usado, pois afeta todas as demais propriedades da madeira e, conseqüentemente, as de seus derivados. Segundo PANSIN e DE ZEEUW (1980) densidade básica é uma característica resultante das propriedades químicas e anatômicas da madeira. As variações da densidade são resultados das diferentes espessuras da parede celular, das dimensões das células, das inter-relações entre esses dois fatores e da quantidade de componentes extratáveis presentes por unidade de volume.

CHIMELO (1980) estudando madeiras nativas de *Sclerolobium sp.* e *Hymenolobium modestum* notou que possuíam a mesma densidade básica, com valor médio de 0,630 g/cm³, sendo suas estruturas nitidamente diferentes. Isso mostra que variações nas propriedades físicas podem ser significativamente influenciadas pela estrutura anatômica das madeiras.

As variações na densidade ao longo do tronco são menos consistentes do que aquelas na direção radial. A proporção de madeira juvenil na direção longitudinal do caule tende a aumentar. Como resultado imediato a densidade diminui, o que freqüentemente ocorre em muitas espécies, especialmente em coníferas, em virtude de a formação da madeira juvenil ser mais acentuada nas coníferas que nas folhosas (MALAN, 1995).

PEREZ (2004) encontrou valores decrescentes da densidade básica da madeira de candeia no sentido base-topo sendo que nas classes de diâmetro variando entre 12,5 cm e 27,5 cm a densidade tendeu a aumentar seu valor nas árvores de menor diâmetro para as maiores.

A densidade, porém, não pode ser considerada como um índice isolado de qualidade da madeira. A composição química e as características anatômicas são fatores que devem ser também considerados (WENZL, 1970; BRASIL et al., 1977).

3.2.2 Material e Métodos

3.2.2.1 Seleção das árvores e coleta de madeira

O material em estudo foi coletado na região do Sul do Estado de Minas Gerais, em Aiuruoca, na Fundação Matutu, localizada a 30 km do município de Baependi. A área está localizada nas coordenadas de 21°58'23" de latitude sul e 44°44'35" de longitude oeste. A altitude média gira em torno de 1000 m. O clima, na classificação de Köppen é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22 °C, a temperatura média anual varia entre 18 °C e 19 °C e a média anual de precipitação pluviométrica é da ordem de 1.400 mm. Os meses mais chuvosos correspondem a dezembro, janeiro e fevereiro, e as menores precipitações ocorrem em junho, julho e agosto. O local de estudo não apresentava histórico registrado de prática anterior de manejo das árvores de candeia. As árvores foram provenientes de duas partes distintas do candeial, em cambissolo, conforme a Figura 1.

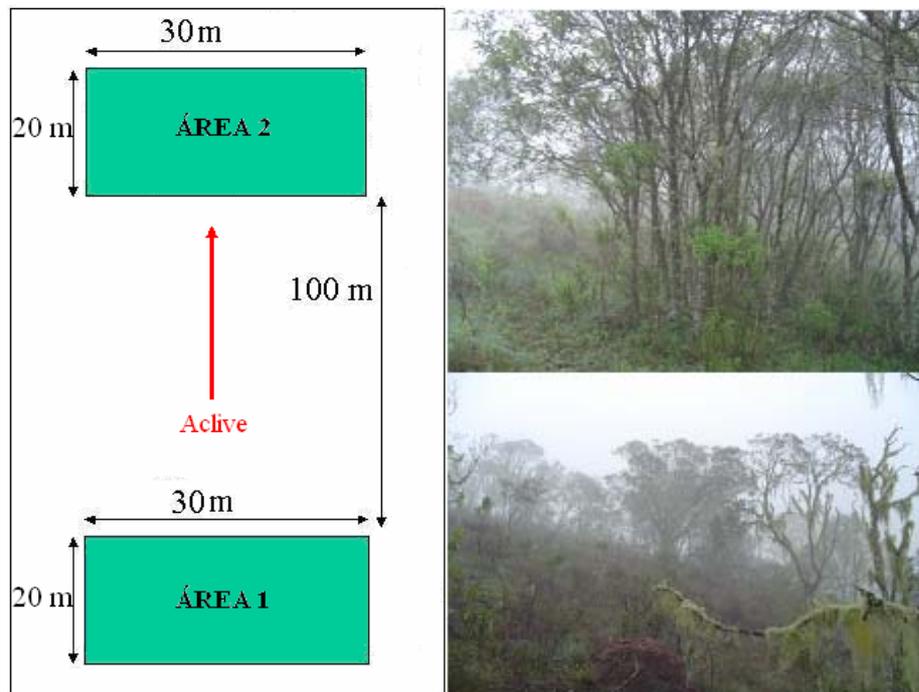


Figura 1 - Croqui da área (Área 1: 1000 m; Área 2: 1.100 m de altitude)

O tratamento 1 consistiu da coleta de amostras de madeira de árvores localizadas em área de baixada (Área 1), indicando uma provável melhor condição do solo para o desenvolvimento vegetal, comparada à área, localizada morro acima (Área 2). Foram abatidas cinco árvores para cada classe diamétrica e condição de solo, totalizando o corte de 30 árvores.

Com o auxílio da moto-serra as árvores foram coletadas (Figuras 2) tendo como referência três classes diamétricas distintas, com medidas tomadas no DAP (Primeira classe: 5 à 10 cm; Segunda classe: 10,1 à 15,0 cm e Terceira classe: 15,1 à 20 cm). As alturas foram consideradas até a primeira bifurcação da árvore



Figura 2 - Corte das árvores e discos

3.2.2.2 Coleta e análise do solo

Após a identificação das duas áreas de estudo, em cada uma delas, distintamente, foram coletadas 15 amostras de solo, na camada de profundidade entre 0 e 20 cm. As 15 amostras foram misturadas para cada uma das áreas de estudos, resultando em 2 amostras compostas de solo (Área 1 e Área 2), destinadas às análises químicas e físicas. (Figura 3)



Figura 3 - Amostragem do solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

As análises foram realizadas, seguindo metodologias de análise do solo descrita por FERREIRA et al. (2003) e SILVA et al. (1998). Consistiram na verificação da fertilidade do solo e do gradiente de retenção de água no solo a 0,02 atm e a 15 atm.

O preparo da amostra consistiu de secagem, destorroamento, separação das frações do solo por tamisação e homogeneização da fração menor que 2 mm, denominada terra fina seca ao ar (TFSA), usada para as seguintes determinações:

- pH do solo: foi medida a concentração efetiva de íons H^+ na solução de solo, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1:2,5.

- Fósforo, potássio, sódio e micronutrientes – para a extração desses elementos utilizou-se a metodologia de extração com solução de Mehlich 1 (também chamada de solução duplo-ácida ou de Carolina do Norte). Para os micronutrientes a relação solo: extrato sugerido foi de 1:5, enquanto para os demais elementos de 1:10. O fósforo extraído foi determinado espectroscopicamente. O potássio e o sódio trocável foram medidos usando o método direto pelo

fotômetro de chama. Os micronutrientes Zn, Cu, Fé e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

- Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al^{3+}) – o Ca e o Mg trocáveis foram extraídos por KCl 1N, em conjunto com o Al trocável, titulando-se numa fração do extrato o alumínio com NaOH, na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato, foram titulados o cálcio e o magnésio por complexometria com EDTA. Numa terceira alíquota, foi feita a determinação de cálcio por complexometria com EDTA e ácido calconcarbônico como indicador.

- Hidrogênio + alumínio – a determinação extração da acidez potencial de solos foi efetuada com solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato.

- Valor SB (Soma de bases trocáveis): este é calculado em $cmol/dm^3$ de TFSA, de acordo com a equação 1:

$$SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ \quad (1)$$

- Valor de CTC (capacidade de troca catiônica): corresponde a soma das bases trocáveis mais a acidez potencial, é calculado em de TFSA, de acordo com a equação 2:

$$CTC = SB + H^+ + Al^{3+} \quad (2)$$

- Valor de V (índice de saturação por bases): é calculado em percentagem (equação 3):

$$V = (100 \times SB) / CTC \quad (3)$$

- Valor de M (índice de saturação por alumínio trocável): também podendo ser chamado de percentual (%) de Al^{3+} , é calculado em percentagem de acordo com a equação 4:

$$M = (100 \times Al^{3+}) / (SB + Al^{3+}) \quad (4)$$

- Matéria orgânica: utilizado o método volumétrico pelo bicromato de potássio para sua determinação.

- Sulfato: o método baseou-se em marcha analítica proposta por VITTI (1989) citado por SILVA et al (1998).

- Retenção de água: Tomou-se uma amostra de solo inicialmente seca ao ar e que permitisse seu molhamento gradual por redução de sucção. Para cada sucção aplicada determinou-se a umidade da amostra correspondente.

3.2.2.3 Determinação da idade

- Preparo dos discos

Os discos obtidos da base das árvores foram trabalhados de maneira a eliminar as irregularidades deixadas pela moto-serra. Para tanto, foram utilizadas lixas d' água das seguintes granulações: 100, 150, 220, 320 e 400, mediante o auxílio de uma lixadeira mecânica (Figura 4).



Figura 4 - Lixadeira mecânica

As granulações de lixas mais grossas, foram usadas para uniformizar as irregularidades mais grosseiras. Já as granulações mais finas, foram usadas para um acabamento mais refinado, que possibilitou uma melhor visualização dos anéis de crescimento das árvores.

- Contagem dos anéis

O lixamento foi procedido pela contagem dos anéis da seguinte maneira: Primeiramente, uma reta marcando um diâmetro do disco foi traçada. Com o auxílio de uma lupa, o número de anéis de crescimento foi contado, obtendo-se, assim, a idade da árvore (Figura 5).



Figura 5 - Disco preparado para contagem dos anéis de crescimento

No caso dos discos que apresentavam forma muito diferente da circular, ou no caso de apresentarem defeitos, que não permitiram a aplicação desta metodologia, foram traçados raios em locais em que era possível a medição.

3.2.2.4 Preparo das amostras para anatomia

Foram retirados 2 discos de 2,5 cm de espessura na base de cada árvore sendo um destinado para os estudos anatômicos e de densidade básica da madeira, e outro para a contagem dos anéis de crescimento, conforme descrito no item anterior. O material foi retirado dos discos da base da árvore, de forma a garantir a presença de todos os anéis de crescimento.

De cada disco foram retiradas, 2 amostras de madeira, entre a região do cerne e o alburo, em 2 posições eqüidistantes, totalizando quatro corpos-de-prova de dimensões de 1,5 x 1,5 x 1,5 cm por árvore (Figura 6).

Todos os corpos-de-prova foram colocados em dessecador com água, aplicando-se vácuo com o auxílio de uma bomba, para completa saturação. Posteriormente, o amolecimento total dos corpos-de-prova foi realizado com aquecimento em água em ebulição mais glicerina, na

proporção água: glicerina (1:2 v/v) durante três horas ou mais, variando o tempo conforme a dureza da madeira ao corte.

3.2.2.5 Análise anatômica da madeira

Os cortes histológicos para a obtenção das lâminas permanentes foram feitos com o auxílio de um micrótomo de deslizamento utilizando-se navalha de aço tipo C. A espessura de cada corte foi de 16 µm nas superfícies transversal, longitudinal tangencial e radial da madeira.

Foram realizadas descrições anatômicas das lâminas em relação número, tamanho e quantidade dos elementos celulares, porosidade, arranjo dos vasos, agrupamento, frequência de vasos por mm², diâmetro tangencial do lúmen dos vasos, tipos de placas de perfuração, tipo e formato das pontuações, tipo de parênquima axial, parênquima radial, largura dos raios, altura em mm, frequência por mm/linear, estruturas especiais etc.

Para observação das células oleíferas, foram realizados outros cortes histológicos temporários nos corpos-de-prova, que foram previamente saturados e passaram por um amolecimento brando com água: glicerina na proporção 1:2 v/v, por 30 minutos. Utilizou-se o Sudan III um corante específico para lipídios, que permitiu a visualização do óleo. Para o preparo do corante seguiu-se a metodologia proposta por KRAUS&ARDUIN, (1997).

Para medição das fibras etc foram aplicadas as Normas de Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira do IBAMA – Brasília (1992) e normas da International Association of Wood Anatomists (IAWA, 1989).

Nos discos foram ainda realizadas descrições de características organolépticas da madeira em relação a cor do seu cerne, proporção cerne/alburno, odor, grã, textura e brilho segundo normas do International Association of Wood Anatomists (IAWA, 1989).

3.2.2.6 Densidade básica

Foram retiradas duas cunhas em posições opostas de cada disco obtido da base do tronco da árvore (Figura 6), as quais foram utilizadas para a determinação da densidade básica da madeira, compondo, 2 amostras (cunhas) por árvore. A densidade básica foi determinada de acordo com o método da balança hidrostática, descrito por VITAL (1984).

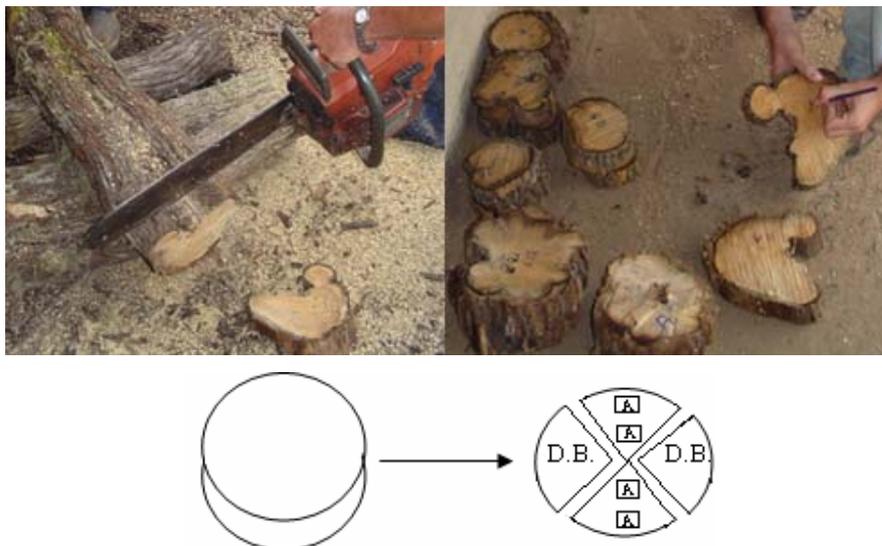


Figura 6 - Amostragem dos discos para densidade (D.B.) e anatomia da madeira (A)

3.2.2.7 Análise Estatística

A fim de se reduzir os erros experimentais das estimativas dos efeitos de tratamentos, tornando-as mais exatas, efetuou-se a análise de covariância para ajustar os valores da idade das árvores. E o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis estudadas.

O modelo estatístico utilizado (equação 5) foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(x_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}, \quad (5)$$

em que:

Y_{ij} = observação relativa ao i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

μ = média geral;

t_i = efeito do i-ésimo tratamento;

β = coeficiente de regressão linear;

x_{ij} = covariável (idade) medida no i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

e_{ij} = erro experimental.

3.2.3 Resultados e Discussão

3.2.3.1 Análise do Solo

Os resultados de análise de solo são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Fertilidade e Retenção de água no solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

Fertilidade	Área 1	Área 2
pH (H ₂ O)	5,2	4,9
P (mg/dm ³)	1,2	0,6
K (mg/dm ³)	25	42
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,4	0,4
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,2	0,2
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,9	1,7
H + Al (cmol _c /dm ³)	6,3	9,8
SB (cmol _c /dm ³)	0,7	0,7
CTP (t) (cmol _c /dm ³)	1,6	2,4
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	7,0	10,5
V (%)	9,5	6,8
M (%)	58	71
MO dag/kg	4,0	4,3
P-rem (mg/L)	10,9	9,9
Curva de Retenção de Umidade	Área 1	Área 2
15 atm (%)	10,70	11,19
0,02 atm (%)	53,03	40,56

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P – Na – K – Zn – Mn – Cu – Extrator Mehlich 1; Ca – Mg – Al – Extrator KCl 1N; H + Al Extrator: SMP; B – extrator água quente; S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V= índice de saturação de bases; M = índice de saturação de alumínio; ISNa – índice de saturação de sódio; Mat. Orgânica (MO) – oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N ; P-rem= fósforo remanescente.

Ambas as áreas estudadas apresentam solos com baixa fertilidade, apesar de algumas distinções entre os mesmos. O solo da Área 2 apresentou menor teor de P e maior teor de K. O fósforo (P) é essencial para o crescimento das plantas, para completar seu ciclo normal de produção. Atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários processos da planta (VENTURIM et al., 2005). O potássio (K) também é um nutriente importante e que atua no metabolismo dos vegetais, pois em menor quantidade diminui o suprimento de carboidratos nas plantas (LOPES, 1989).

Quantos aos nutrientes secundários (Ca, Mg e S) não houve diferença entre os teores de dos mesmos nas duas áreas estudadas. No caso dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) não foram encontrados nem mesmo traços desses elementos em ambos os solos. Muitos nutrientes, por exemplo, Zn, Mn, Cu, Fe, Mo, Co, apresentam baixa ou nenhuma mobilidade no solo o que dificulta a sua absorção pelas plantas, principalmente durante os estádios de desenvolvimento em que as mesmas demandam altas quantidades de nutrientes, podendo, nesta situação, vir a comprometer a produtividade (BRAKEMEIER, 1999). O B (boro) ativa a enzima fosforilase do amido responsável pela síntese de amido, substância de reserva das sementes, raízes e colmos. Plantas deficientes em boro podem apresentar grãos leves, bem como menor pegamento de florada e formação de sementes, seca de ponteiros com morte de gema terminal, proporcionando a concentração do hormônio de crescimento (AIA) nas folhas e ramos, colaborando para o superbrotamento e o pequeno desenvolvimento radicular (FAVARIN e MARINI, 2000).

A capacidade de troca catiônica do solo (CTC) apresentou valores variando de 1,6 (área 1) e 2,4 (área 2). Segundo LOPES (1989) solos com CTC entre 1 e 10 apresentam um alto teor de areais, tendo maior predisposição para a lixiviação de nitrogênio e potássio e uma baixa capacidade de retenção de água. Isso pode ser confirmado pela textura arenosa-siltosa das áreas estudadas.

Os valores de matéria orgânica nas Áreas 1 e 2 foram respectivamente 4,0 e 4,3 e associados aos valores da CTC e do pH do solo, pode-se concluir que, no aspecto geral, ambas as áreas apresentam solo intemperizado. De acordo com SCHUMACHER *et al.*, (1999) a matéria orgânica possui correlação positiva com o P, K, Ca, Mg, CTC e V, como verificado em solos com alto teor de matéria orgânica e pH baixo, em região de altitude elevada. Logo, quanto maior o teor de matéria orgânica, maior o teor desses elementos no solo.

Nota-se também uma predominância de Al^{3+} nos solos, sendo este teor maior no solo da Área 2. Nestas condições a percentagem de saturação de cálcio, magnésio e potássio mostrou-se também baixa.

Observando a curva de retenção de água no solo, nota-se que o solo da Área 1, localizada na parte baixa da encosta apresenta maior valor que o solo da área superior da encosta (Área 2), sobretudo considerando-se a retenção de água a 0,02 atm.

Segundo LIMA (1986) com relação à retenção de água do solo em florestas pode-se afirmar que:

- Quanto maior o declive maior será o escoamento superficial, existindo uma estreita correlação entre a densidade da floresta e o escoamento, porém em floresta densa com a mesma declividade o escoamento superficial é menor.
- Nas encostas, com exposição Norte, ocorre um maior escoamento superficial. Isso se deve à alta insolação que acelera a decomposição e impede a formação de uma espessa camada de serapilheira.
- Nas florestas de folhosas, o escoamento superficial é ligeiramente menor que nas florestas de coníferas, embora nas coníferas ocorra formação de uma manta hidrofóbica. Esse menor escoamento ocorre em florestas que produzem manta densa e com boa estrutura. Em povoamentos jovens e com pouca manta na superfície do solo o escoamento é sensivelmente maior.
- Os solos arenosos permitem uma maior infiltração da água quando comparada aos solos argilosos.
- As queimadas influenciam diretamente no escoamento superficial, pois, além de eliminar os resíduos e a matéria orgânica, parece produzir substâncias hidrofóbicas que formam uma camada de impedimento para a água a uma pequena profundidade do solo.

De um modo geral, o solo da Área 2 é mais ácido, com maior saturação de alumínio trocável, maior capacidade de troca catiônica e maior acidez potencial que o solo da Área 1. Sem contar que, em termos de fertilidade e retenção de água, o solo da Área 1 apresenta-se em melhores condições de desenvolvimento das plantas que o solo da Área 2, mesmo este tendo um pouco mais de matéria orgânica e potássio. Os resultados da análise do solo das áreas estudadas foram semelhantes aos resultados apresentados por SCOLFORO (2007) em candeais de áreas manejadas da região Sul do estado de Minas Gerais.

3.2.3.2 Diâmetro e altura das árvores

Os valores individuais referentes ao diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores até a primeira bifurcação encontram-se no Apêndice A e os valores médios na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Diâmetro e altura das árvores – Valores médios por tratamento

Área	CD	DAP/ CD		DAP/ Área		Altura /CD		Altura /Área	
		M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
1	1	6,80	23,01			1,64	20,38		
	2	11,50	6,87	11,7	12,34	1,53	15,60	1,47	14,86
	3	16,80	7,60			1,26	8,60		
2	1	6,90	17,30			1,83	32,43		
	2	11,30	10,65	11,6	13,15	1,40	20,97	1,56	23,49
	3	16,70	11,51			1,46	17,07		

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CD: Classes de diâmetro: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV: Coef. Variação (%); M: média; DAP (cm); Altura (m)

Para a comparação das médias aplicou-se o Teste t Student. Os níveis de significâncias (0,5; 1; 5 e 10%) foram adotados pela Tabela T bilateral, usando-se o nível de probabilidade com mais restrição e menos restrição, conforme a variação amostral.

O diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura das árvores da área A não diferem estatisticamente da área B pelo teste t Student ao nível de 10% de probabilidade.

3.2.3.3 Determinação da idade

As Tabelas 3.3 e 3.4 apresentam respectivamente o resumo da análise de variância da idade das árvores e os resultados dos valores médios por área e classe de diâmetro. Os valores individuais encontram-se no Apêndice F.

Tabela 3.3 – Análise de variância da idade das árvores de candeia

Fonte de Variação	GL	QM
Classe de diâmetro	2	120,73 *
Área	1	1.385,66*
Resíduo	23	20,21
CV	14,35	

GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que ocorreram diferenças estatisticamente significativas de idade entre as árvores de candeia para as áreas 1 e 2, e para as classes de diâmetro.

Tabela 3.4 – Valores médios de idade das árvores por classe de diâmetro e por tratamento

Área	CD	Idade/ CD		Idade/ Área	
		M	CV	M	CV
1	1	34 c	20,64	39,8 a	18,75
	2	40 b	12,73		
	3	45 a	9,26		
2	1	34 c	11,41	25 b	11,21
	2	40 b	12,03		
	3	45 a	6,04		

Área 1 = 1000 m e Área 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV = Coef. Variação (%); As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teste Tukey, para comparação das médias das idades de cada classe de diâmetro, mostrou que as árvores das classes de diâmetro maiores (classe 3) foram as que apresentaram maiores idades. Em termos estatísticos as árvores das classes 1 e 2, em ambos os tratamentos, podem ser consideradas iguais.

O tratamento 1, correspondendo as árvores coletadas na área de baixada foi o que apresentou árvores com maior idade, comparativamente as árvores do tratamento 2, correspondente a área de maior altitude.

3.2.3.4 Caracteres gerais da madeira de candeia

Observou-se o alburno e o cerne pouco distintos. O cerne apresentou cor bege a amarelo-palha bastante claro. Cheiro bastante característico e muito desagradável devido, provavelmente, a compostos químicos do tipo valerianos. Gosto imperceptível (embora ao se mastigar nota-se um gosto ligeiramente adstringente) A madeira é dura ao corte e quando polida apresenta uma textura média a fina e pouco brilho. Os anéis de crescimento são bastante distintos, com presença de alguns falsos anéis. A grã é do tipo revessa. A medula apresenta excentricidade, notando-se algumas manchas escuras bem características nos anéis de crescimento, previsível causa decorrente aos anos em que ocorreram incêndios na área de coleta do material. A madeira é muito dura ao corte. A estrutura macroscópica do lenho descrita para as árvores de candeia é coincidente

com a apresentada por ARAÚJO (1944), MELLO (1950) e CHAGAS et. al. (2005) que se constituem numa das poucas referências encontradas na literatura especializada.

3.2.3.5 Descrição microscópica da madeira

As Figuras 7, 8 e 9 mostram as fotomicrografias dos cortes transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial, obtidos das lâminas do lenho da madeira de candeia correspondente aos tratamentos 1 e 2. Os dados biométricos individuais dos elementos anatômicos são apresentados no Apêndice C, enquanto seus valores médios e estatísticos são apresentados nas Tabelas 3.5 e 3.6.

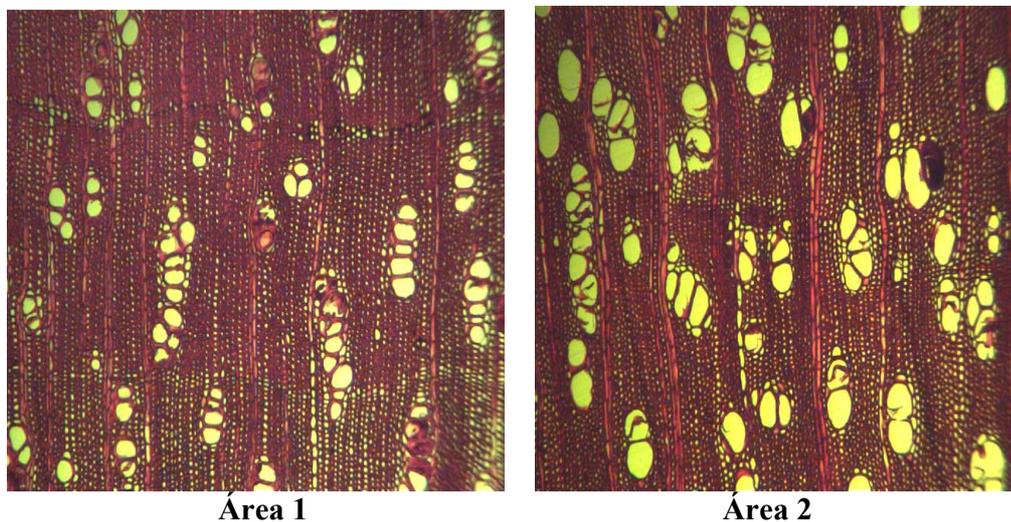


Figura 7 - Corte Transversal (4x)

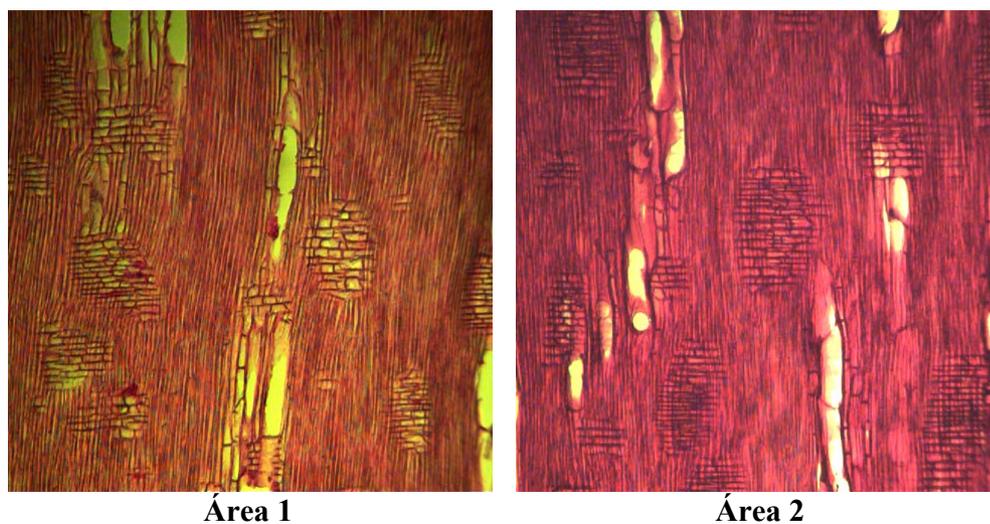
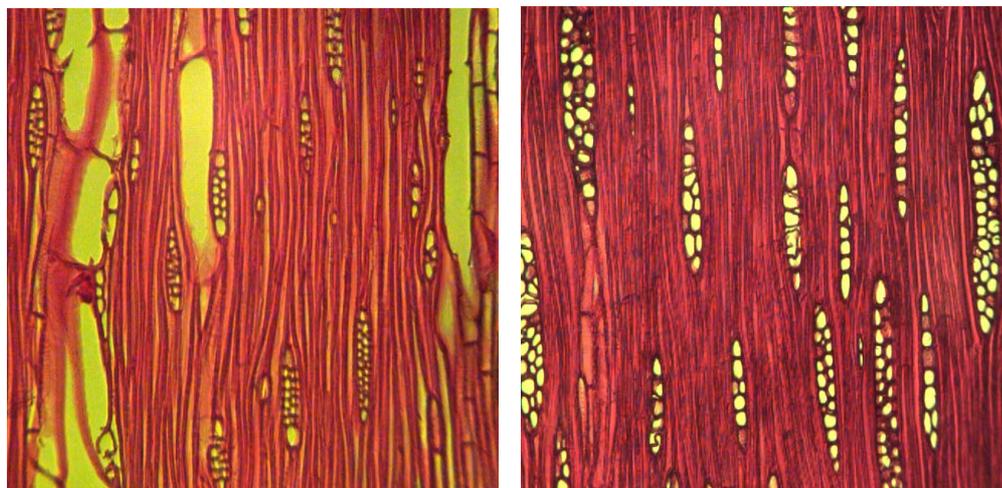


Figura 8 - Corte longitudinal radial (4x)



Área 1

Área 2

Figura 9 - Corte longitudinal tangencial (10x)

Tabela 3.5 – Análise de variância dos elementos anatômicos da madeira de candeia

	Fonte de Variação	GL	QM
Frequência de Vaso	Classe de diâmetro	2	11,62
	Área	1	314,59**
	Idade	1	7,27
	Resíduo	22	11,79
	CV	17,38	
Diâmetro de Vaso	Classe de diâmetro	2	84,87
	Área	1	549,63**
	Idade	1	207,25
	Resíduo	22	62,76
	CV	11,99	
Pontuação	Classe de diâmetro	2	$0,87 \times 10^{-1}$
	Área	1	$0,25 \times 10^{-1}$
	Idade	1	0,11
	Resíduo	22	0,20
	CV	13,29	
Altura do raio	Classe de diâmetro	2	1,496
	Área	1	0,41
	Idade	1	685,07
	Resíduo	22	508,41
	CV	16,85	
Largura do raio	Classe de diâmetro	2	37,19*
	Área	1	0,87
	Idade	1	8,46
	Resíduo	22	10,13
	CV	18,33	

Tabela 3.5 – Análise de variância dos elementos anatômicos da madeira de candeia
(Conclusão)

	Fonte de Variação	GL	QM
Frequência do raio	Classe de diâmetro	2	1,09
	Área	1	3,64
	Idade	1	1,58
	Resíduo	22	25,69
	CV	15,46	
Comprimento da fibra	Classe de diâmetro	2	7.811,76
	Área	1	11,87
	Idade	1	245,07
	Resíduo	22	2.522,89
	CV	8,44	
Espessura da parede celular	Classe de diâmetro	2	0,45
	Área	1	0,21
	Idade	1	0,29
	Resíduo	22	0,15
	CV	8,55	

Área 1 = 1.000m e Área 2 = 1.100m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; * e **, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Para a comparação das médias aplicou-se o teste Tukey para verificar se existiam diferenças nas características anatômicas de uma área para outra e entre classes de diâmetro. Os níveis de significâncias adotados foram 1 e 5% de probabilidade. A Tabela 3.6 mostra os resultados das mensurações dos elementos anatômicos estudados por área e sua classificação.

Tabela 3.6 - Valores médios dos resultados biométricos dos elementos anatômicos, considerando-se o tratamento e as classes diamétricas

Elemento anatômico	Área	CD	M/CD	CV	M/Área	CV	Classificação *
Vaso							
Frequência (Nº /mm ²)	1	1	13,38	9,07	13,19 a	14,29	Poucos
		2	13,83	14,16			
		3	12,49	20,83			
	2	1	26,53	13,86	24,99 b	11,05	Numerosos
		2	22,82	22,82			
		3	25,64	13,39			
Diâmetro (µm)	1	1	54,12	9,65	60,92 a	24,96	Pequenos
		2	64,39	21,97			
		3	66,84	10,54			
	2	1	65,05	72,93	70,10 b	25,74	Pequenos
		2	70,68	16,07			
		3	74,57	10,92			

Tabela 3.6 - Valores médios dos resultados biométricos dos elementos anatômicos, considerando-se o tratamento e as classes diamétricas (conclusão)

Elemento anatômico	Área	CD	M/CD	CV	M/Área	CV	Classificação *
Pontoações (μm)	1	1	3,62	15,41	3,59 a	15,37	Muito pequenos
		2	3,64	11,32			
		3	3,53	9,10			
	2	1	3,32	14,30	3,22 a	15,42	Muito pequenos
		2	3,04	17,19			
		3	3,32	10,88			
Raio							
Altura (μm)	1	1	130,66	9,18	123,02 a	47,37	Extremamente baixos
		2	112,69	20,03			
		3	121,25	14,41			
	2	1	111,52	14,02	142,38 a	43,88	Extremamente baixos
		2	153,95	11,46			
		3	161,70	12,19			
Largura (μm)	1	1	15,99	20,22	15,84 a	41,29	Muito Finos
		2	16,46	3,22			
		3	15,19	18,24			
	2	1	15,54	7,91	18,58 a	36,81	Poucos
		2	17,00	12,59			
		3	23,20	14,51			
Raio							
Frequência (N ^o /mm ²)	1	1	7,33	22,18	7,32 a	14,99	Poucos
		2	7,72	19,32			
		3	7,01	9,25			
	2	1	6,24	17,72	6,72 a	16,02	Muito Curtas
		2	6,85	10,37			
		3	7,08	10,84			
Fibra							
Comprimento (μm)	1	1	623,91	6,04	601,10 a	20,56	Muito Curtas
		2	530,24	12,37			
		3	625,74	8,78			
	2	1	588,36	3,01	589,19 a	17,75	Muito Curtas
		2	572,19	9,73			
		3	607,04	9,00			
Espessura da Parede celular (μm)	1	1	4,29	6,29	4,40 a	19,63	Parede delgada a Espessa
		2	4,20	2,16			
		3	4,70	10,79			
	2	1	4,29	7,72	4,65 a	20,22	Parede delgada a Espessa
		2	4,87	10,35			
		3	4,82	5,65			

M: média; CV: Coeficiente de Variação (%); Área 1 (1000m); Área 2 (1100m). CD: classes de diâmetro 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. * Classificação: Norma IAWA (1989) e IBAMA (1992).

Observou-se que a frequência média dos vasos da Área 1 diferiu estatisticamente da Área 2 pelo teste Tukey ao nível de 1 % de probabilidade, ou seja, a Área 2 apresentou árvores possuindo madeira com mais vasos condutores do que a Área 1. O diâmetro médio dos vasos das árvores da Área 1 diferiu também diferiu estatisticamente daquele apresentado pelas árvores da Área 2 pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo considerados maiores nesta última. Quanto aos demais parâmetros anatômicos, não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre as madeiras das árvores das Áreas 1 e 2. Por outro lado houve diferença estatisticamente significativa entre as médias nas classes de diâmetro sendo a classe 3 (20,12 μm) a que apresentou raios de maior largura do que nas classes 2 (16,53 μm) e 1 (15,42 μm).

Conforme constatado, de uma maneira geral em termos biométricos as características anatômicas da madeira da Área 1 foram bastante semelhantes às observadas na Área 2. Mencionou-se, no entanto, que pode ser observado na análise uma menor presença de máculas e fibras bifurcadas (o que caracteriza como crescimento intrusivo) no material de maior altitude (Área 2).

Segundo COSTA et al., (2003) os elementos de vaso estão associados à eficácia e garantia do transporte de água pela planta, sendo diretamente afetados pelas variações na disponibilidade desse insumo. Os mesmo autores ainda afirmam que estudos de anatomia em plantas provenientes de ambientes mesofíticos e xerofíticos demonstram que os elementos de vaso são maiores e ocorrem em menor número nas plantas em que o suprimento hídrico é adequado. Já nos vegetais sujeitos a déficit hídrico, os elementos de vaso são menores, mais agrupados e bastante numerosos. Isso confirma os resultados encontrados para a madeira das árvores da Área 2, onde há um maior déficit hídrico (Tabela 3.1) do que na Área 1.

A influência da altitude sobre a anatomia da madeira também pode ser constatada, a partir do momento que, com o aumento da altitude os elementos de vaso tornam-se mais numerosos, mais estreitos e mais curtos; as fibras mais curtas e os raios, mais baixos conforme relatam COSTA et al. (2003).

Tomando como base a norma IAWA (1989) para classificação de estruturas secretoras produtoras de óleos e mucilagens, notou-se, após a observação microscópica no plano transversal, em ambas as áreas e classes de diâmetro, que o óleo da candeia é provavelmente produzido por células de parênquima radial, também conhecidas como células de parênquima especiais conforme a coloração mais acentuada após a aplicação do corante Sudan III (Figura 11). COSTA

(2003) também cita que as células oleíferas são encontradas nos parênquimas radial e axial ou entre as fibras. Para o caso específico da candeia, os resultados aqui encontrados confirmam os resultados de MELLO (1950) e ARAUJO (1944) em cujos trabalhos encontraram no raio, células oleosas de cheiro ativo para a madeira da espécie.

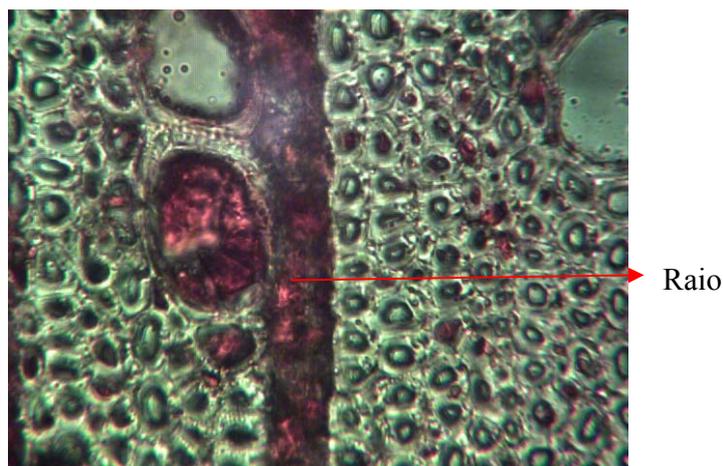


Figura 10 - Cortes transversais (40x)

3.2.3.6 Densidade básica

A Tabela 3.7 apresenta o resumo da análise de variância para os resultados da densidade básica da madeira de candeia.

Tabela 3.7 – Resumo da análise de variância para a densidade básica da madeira de candeia

Fonte de Variação	GL	QM
Classe de diâmetro	2	$0,33 \times 10^{-3}$
Área	1	$0,66 \times 10^{-2}$ *
Idade	1	$0,21 \times 10^{-3}$
Resíduo	22	$0,18 \times 10^{-2}$
CV	6,06	

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; *, significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que as diferenças entre as médias de densidade básica da madeira de candeia foram significativas para as áreas estudadas ao nível de 5% de probabilidade. A densidade foi maior para a madeira das árvores da Área 1 (Tabela 3.8). Por outro lado não foram significativas as diferenças entre as médias de densidade básica entre as classes de diâmetro.

Os valores individuais referentes à densidade das árvores encontram-se no Apêndice B. A Tabela 3.8 mostra os resultados médios de densidade básica, considerando-se os tratamentos e as classes diamétricas.

Tabela 3.8 – Valores médios por tratamento da densidade básica da madeira de candeia (g/cm^3)

Área	CD	Média/ CD		Média/ Área	
		M	CV	M	CV
1	1	0,745	6,49	0,742 a	7,66
	2	0,746	10,19		
	3	0,733	6,30		
2	1	0,695	4,27	0,687 b	4,66
	2	0,672	4,40		
	3	0,694	5,32		

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CV = Coef. Variação (%); 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 densidade básica da madeira apresentando-se com maiores valores em todas as classes de diâmetro da Área 1 (1000m), pode ser explicada pelo fato de suas madeiras apresentarem menores diâmetros de vasos e, conseqüentemente, menor porosidade (Tabela 3.6).

Os resultados estão de acordo com os encontrados por CHAGAS et al. (2005), que trabalhando com a mesma espécie do presente estudo, a candeia, encontrou as densidades médias do lenho variando entre 0,73-0,61 e 0,54-0,44 g/cm^3 , com tendência de maior valor nas árvores de maior classe de diâmetro do tronco, que foi acima de 27 cm de diâmetro.

Com a densidade básica variando entre 0,687 a 0,742 g/cm^3 pode-se considerar a madeira de candeia como sendo muito pesada, de acordo com as normas de classificação da Forest Products Laboratory (1973).

3.2.3.7 Associações dos elementos anatômicos com sua densidade básica e idade da madeira

A Tabela 3.9 apresenta os valores das correlações (Pearson) dos elementos anatômicos da madeira de candeia com a densidade básica da madeira e idade de suas árvores.

Tabela 3.9 - Coeficiente de correlações de Pearson entre os elementos anatômicos com sua densidade básica da madeira e idade das árvores

Elementos anatômicos	Densidade básica	Idade
Frequência do vaso	-0,494**	-0,687**
Diâmetro do vaso	-0,404*	-0,082
Pontoações	0,159	0,385
Altura do raio	-0,208	-0,288
Largura do raio	-0,091	-0,228
Frequência do raio	-0,042	0,154
Comprimento da Fibra	0,539**	0,158
Espessura da parede celular da fibra	0,276*	-0,12
Densidade básica	--	0,42**

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

Observando-se a Tabela 3.9, nota-se que, para as árvores estudadas, a densidade básica da madeira apresentou correlação significativa com os elementos anatômicos vaso (frequência e diâmetro) e fibra (comprimento e espessura da parede celular), confirmando que esta propriedade física é influenciada pela anatomia do lenho.

Ao nível de detalhe observou-se que quanto maior a frequência e diâmetro dos vasos menor é a densidade básica da madeira. Ainda que quando as fibras são muito curtas com parede delgada a espessa, estas apresentam uma correlação positiva com a densidade, ou seja, quanto maior seu comprimento e espessura da parede celular, maior é a densidade básica da madeira.

Com relação a idade das árvores houve uma correlação significativa com a densidade básica, mostrando que quanto mais velhas as árvores maior a densidade básica da madeira.

Nota-se que a variação dos elementos anatômicos com a idade é pouca. MALAN, (1995) também encontrou para madeira de eucalipto pouca variação da proporção do tipo de tecidos

celulares com a idade. No caso específico do presente estudo, encontrou-se o resultado de que a frequência de vasos reduz-se significativamente com o aumento da idade da árvore.

3.5 Conclusão

A madeira de candeia estudada apresentou características anatômicas como sendo uma madeira de cheiro bastante típico e desagradável. A grã é bastante revessa, com parênquima axial bastante escasso, parênquima radial bastante fino e estruturas anatômicas como sendo pouco e muito pequenas, o que explicaria o fato de sua madeira apresentar baixa permeabilidade. As células de óleo da candeia apresentaram-se nas células do parênquima radial (raios).

A densidade da madeira da candeia é considerada de média a alta, e é influenciada pela quantidade de vasos e fibras, sendo maior na área de menor altitude e em árvores mais velhas. Não foi observada diferença entre as classes de diâmetros.

Referências

ARAÚJO, L.C. *Vanillosmopsis erythropappa* (DC.) Sch. Bip.: sua exploração florestal - Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1944. 54p. (Tese para o concurso de Professor de Horticultura e Silvicultura).

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A. de A.; MELLO, H. do A. Densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos 3 anos de idade. **IPEF**, Piracicaba, v.19, p. 63-76, 1977.

BRAKEMEIER, C. O adubo vem por cima. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 2, p.15-16 mar.1999.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p

CARDOSO, M.G.; GAVILANES, M.L.; MARQUES, M.C.S.; SHAN, A.Y.K.V.; SANTOS, B. R.; OLIVEIRA, A.C.B.; BERTOLUCCI, V.K.S.; PINTO, A.P.S. **Óleos essenciais**. Lavras: UFLA/PROEX, 2000. 42 p. (Boletim de Extensão, 73).

CHAGAS, M.P.; TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C.S.; BRITO, J.O.; GUIMARAES, E.R..
Caracterização dos Anéis de Crescimento e Densidade da Madeira de Arvores de Candeia
Eremanthus erythropappus Pela Densitometria de Raios X. . Santos: **INAC**,2007 1v.

CHIMELO, J.P. Development of a probability based computadorized characterization system for
idenfication and property prediction of selected tropical hardwoods. Blacksburg: Virginia
Polytechnic Institute and State University, 1980. 206 p.

CORANDIN, V.T.R.; MUÑIZ, G.I.B. **Normas de procedimentos em Estudos de Anatomia de
Madeira:** I Angiospermae, II Gimnospermae. Brasília: IBAMA, 1992, 19 p., (LPF Série técnica
15).

COSTA, C.G.; CALLADO, C.H.; CORANDIN, V.T.R.; GUERREIRO, S.M.C. Xilema.
In _____: **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. cap. 5, p.129-141.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974. 293 p.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos.
Sociedade Nacional de Agricultura. Junho/2000. Acesso em: mar. 2007:
<http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm>

FERREIRA, M.M.; JÚNIOR, M.S.D.; MESQUITA, M.G.B.F.; ALVES, E. A.B.F. **Física do
Solo** – Lavras: Editora UFLA, 2003. 79p.

FOREST PRODUCTS LABORATORY – Standard terms for describing wood. *USDA. Forest
Service. Forest Products Laboratory research Paper*, Madison, n.171, p. 1-10, 1973.

IAWA Committee, 1989- IAWA list of microscopic features for hardwood identification; IAWA
Bulletin, v.. 10, n.3,p. 221-332.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Edur. UFRRJ, 1997. 198 p.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1986. 241p.

LOPES, A.S. **Manual de Fertilidade do Solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS., 1989. 155 p.

MALAN, F.S. Eucalyptus Improvement for Lumber Production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995. São Paulo. **Anais...** São Paulo; IPEF/IPT, 1995. p.1-19

MELLO, E. C. **Estudo Dendrológico de Essências florestais do Parque Nacional de Itatiaia e os Caracteres Anatômicos de seus Lenhos**..cidade; Ministério da Agricultura.. 1950. p.64
(Boletim,2)

METCLAFE, C.R., CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. 2nd ed., Wood structure and conclusion of the general introduction. Oxford: Clarendon Press,, 1983. 297 p.

OLIVEIRA, J.T. da S. **Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St. Hill.)**. 1988. 106p. Dissertação – (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4th ed. New York: McGraw-Hill Book, 1980. 722p.

SCOLFORO, J.R.S; OLIVEIRA, A.D. de; DAVIDE, A.C.; MELLO, J.M. de; ACERBI JUNIOR, F.W. **Manejo sustentável da candeia *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus***.. Lavras. UFLA-FAEPE.. 2002. 350p (Relatório Técnico Científico)

SCOLFORO, J. R. S.; PEREZ, J. F. M.; EMLLO, J. M.; OLIVEIRA, A. D.; CAMOLESI, J. F.; BORGES, L. F. R.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) **Revista Cerne**, Lavras, v. 10 n. 1, 87-102, jan./jun. 2004.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C.; MELLO, J. M.; ACERBI JUNIOR, F. W. **Manejo Sustentado da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish e *Eremanthus incanus* (Less.)**

Lesshttp://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/relatorio_projeto.pdf Acesso em: nov. 2007.
(Relatório Técnico Científico)

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; ZANCAN, V. **Caracterização física e química de um solo em uma área de campo nativo, destinada ao plantio de *Pinus taeda* L.** Santa Maria : UFSM, CCR, Dep. Ci. Fl., 1999. 37 p.

SILVA, F.C.; EIRA, P.A.; BARRETO, W.O.; PÉREZ, D.V.; SILVA, C.A.. **Manual de métodos de análises químicas para a avaliação da fertilidade do solo** –: Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1998. 56p.

SILVA, J.R.M. **Relações da Usinabilidade e Aderência do Verniz com as Propriedades Fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden.** 2002. 204 p. Tese de(Doutorado, na área de Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica do *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v.29, p. 37-45, 1987.

VENTURIN N., SOUZA, P.A. de, MACEDO, R.L.G. de; NOGUEIRA, F.D. Adubação Mineral da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2,p. 211-219 mai./ago. 2005.

VITAL, B.R. **Métodos de determinação da massa específica da madeira.** Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1)

WENZL, H.F.J. "The Chemical Technology of Wood" New York; Academic Press, 1970.
692p.

4 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ÁRVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO DA CANDEIA - *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SUA MADEIRA

Resumo

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) é uma espécie florestal de múltiplos usos, sendo utilizada principalmente como moirão de cerca pela sua alta durabilidade natural e também como produtora de óleo essencial, cujo principal produto é o alfa-bisabolol, com propriedades antibacterianas, fabricação de medicamentos, cosméticos etc. O objetivo do trabalho foi estudar algumas características químicas da madeira da espécie como: extrativos totais, lignina e cinzas, e verificar a influência da idade da árvore nestas características em relação a duas condições distintas de relevo do local de crescimento das árvores, na região de Aiuruoca, Sul de Minas Gerais. As duas condições distintas de relevo correspondiam a uma parte do povoamento crescendo a 1.000m (Área 1) e outra a 1.100m de altitude (Área 2). Em cada uma delas foram abatidas 15 árvores, distribuídas em 3 classes de diâmetro. Da base da árvore foram retirados discos para a determinação da idade das árvores por contagem dos anéis de crescimento. Amostras de solo também foram tomadas para análises físicas e químicas. Os troncos das árvores foram picados e dos cavacos obtidos foram retiradas amostras aleatórias de material para as análises químicas. Os solos das áreas estudadas são de baixa fertilidade e pouca retenção de água. Os teores de extrativos totais, a quantidade de lignina e cinzas, diferiram estatisticamente entre as madeiras das duas áreas estudadas. As árvores mais jovens apresentaram maior teor de cinzas, enquanto o teor de extrativos totais e de lignina, não foram influenciados pela idade das árvores estudadas.

Palavras-chave: Candeia; Madeira; Composição química; Idade das árvores

INFLUENCE OF THE AGE OF THE TREE AND THE CHARACTERISTICS OF THE PLACE OF GROWTH OF THE CANDEIA - *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF ITS WOOD

Abstract

The candeia (*Eremanthus erythropappus*) is a forest species of multiple uses, being used mainly as they will post of surrounds for its high durability natural and as also producing of essential oil, whose main product is the alpha-bisabolol, with antibacterial properties, medicine manufacture, cosmetics etc. The objective of the work was to study some chemical characteristics of the wood of the species as: total extractives, lignin and leached ashes, and to verify the influence of the age of the tree in these characteristics in relation the two relief distinct conditions of the place of growth of the trees, in the region of Aiuruoca, South of Minas Gerais. The two distinct relief conditions corresponded to a part of the population growing 1.000m (Area 1) and another one 1.100m of altitude (Area 2). In each one of them had been abated 15 trees, distributed in 3 classrooms of diameter. Of the base of the tree records for the determination of the age of the trees for counting of growth rings had been removed. Samples of the soil had been also taken for physical and chemical analyses. The trunks of the trees had been perforated and of the yield slivers random samples of material for the chemical analyses had been removed. The texts of total extractives, the amount of lignin and leached ashes, had differed statistical enter wood of the two studied areas. The trees youngest had presented greater leached ashes text, while the text of total extractives and lignin, had not been influenced by the age of the studied trees.

Keywords: Candeia; Wood; Chemical composition; Age of the trees

4.1 Introdução

Sabe-se que a qualidade da madeira é a combinação de suas características físicas, químicas e anatômicas, o que permite o melhor dimensionamento do seu uso para um determinado fim.

A madeira é um material heterogêneo, pois é formada por vários compostos orgânicos e inorgânicos, podendo ocorrer variações na composição química entre espécies. Da mesma forma, podem ocorrer variações significativas na madeira de uma mesma espécie em função da idade da árvore.

DADSWELL e NICHOLLS (1960), em pesquisas realizadas na Austrália, observaram que a variação das propriedades da madeira em função da idade deve ser levada em consideração para os estudos de qualidade. Observaram que, rotações florestais longas beneficiam a qualidade e o rendimento, proporcionando maiores diâmetros das toras, acarretando em maiores rendimentos no desdobro, madeira mais estável pela maior presença de cerne e produtos de maior valor pela proporção de madeira limpa de qualidade superior.

Os componentes químicos da madeira encontram-se dentre fatores que afetam sua qualidade e a de seus derivados. Desse modo, o conhecimento da natureza química da madeira torna-se importante para sua adequação para diferentes aplicações.

A candeia, *Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish, Asteraceae, é uma árvore que atinge 10 m de altura e ocorre no Brasil, sobretudo no Sul do Estado de Minas Gerais. As árvores de candeia têm sido utilizadas como base de sustentação econômica de vários municípios mineiros, constituindo-se em importante fonte de geração de mão-de-obra. Pelas características de crescimento, a candeia pode ser recomendada para programas de restauração florestal, além da aplicação do seu lenho em face de elevada durabilidade natural, resistência e poder energético, como moirões de cerca, esteios, lenha de ótima qualidade, caibros, carvão vegetal, postes, tacos, dormentes, vigas, etc. (PEREZ, 2001).

Atualmente, a extração de óleo essencial (alfa-bisabolol) do lenho, como matéria prima para fabricação de medicamentos e cosméticos, com propriedades antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas tem sido a principal utilização da espécie (SCOLFORO *et al.*, 2002).

Por ser uma espécie que obteve destaque no setor florestal apenas nos últimos anos, pouco se sabe sobre a candeia (*Eremanthus erythropappus*). Os estudos que envolvem suas características silviculturais, tecnológicas, genéticas e de manejo ainda são bastante escassos na literatura brasileira. Baseado nesse pressuposto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a porcentagem de lignina, teores de extrativos totais e os constituintes inorgânicos da madeira de candeia, verificando a influência da idade nos mesmos em duas áreas distintas de crescimento em função das condições do terreno.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Revisão Bibliográfica

BURGER e RICHTER (1991) sugerem que as desigualdades nas propriedades tecnológicas da madeira estão associadas às condições do local de crescimento.

TRUGILHO *et al.* (1996) estudando a madeira de *Eucalyptus saligna* concluíram que existe uma tendência de estabilização nos valores de extrativos totais, lignina e holocelulose em árvores de mais velhas. Isso mostra que as características químicas estão sujeitas a grandes variações iniciais na madeira juvenil, tendendo a valores mais estáveis na madeira adulta.

ANDRADE (2006), estudando a influência da idade nas características tecnológicas da madeira de *Pinus taeda* L., verificou a interação da idade no teor de lignina, teor de extrativos totais e material inorgânico. Com o aumento da idade, observou-se um aumento significativo dos teores de extrativos totais. O teor de lignina e material inorgânico apresentou tendência inversa.

Segundo FOEKEL (1977), a composição elementar da madeira seca é constante, e aproximadamente 50% carbono, 44% oxigênio, 6% hidrogênio, 0,1% nitrogênio e 0,3% cinzas (material inorgânico). Estes elementos combinam-se para formar compostos químicos bem definidos, sendo o mais importante a celulose. De acordo com o autor estes compostos se apresentam na proporção de celulose (40-45%), hemiceluloses (20-30%), lignina (18-25 % em folhosas e 25-35% em coníferas), extrativos (2-5%).

SEABRIGHT (1995), afirma que, geralmente, as árvores de clima temperado possuem altas proporções de celulose, hemiceluloses e lignina, podendo atingir a 98% da composição química total. Por outro lado, segundo o mesmo autor, as árvores tropicais podem ter proporções mais baixas desses três elementos, reduzidos a aproximadamente 90%, tendo, conseqüentemente, uma maior quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas.

Os polissacarídeos são macromoléculas compostas de muitos açúcares ou seus derivados unidos por ligações covalentes. Os tipos de açúcares encontrado nas paredes celulares incluem açúcares de 6 carbonos (hexoses) tais como glucose, galactose e manose e os açúcares de 5 carbonos (pentoses), tais como xilose e arabinose e também encontra-se ácidos urônicos tais como o ácido galactourônico (FOEKEL, 1977). O açúcar que é predominante na celulose é a glucose, sendo que nas hemiceluloses são encontrados vários outros tipos.

A lignina é um produto do metabolismo da planta, sendo depositado pelo protoplasma da célula lenhosa jovem na parede celular. Quando o processo se encerra geralmente ocorre à morte da célula. A lignina é também um polímero, porém mantém diferenças fundamentais com os carboidratos polímeros da madeira (TSOUMIS, 1991).

A lignina é um polímero tridimensional de natureza aromática, com altos pesos moleculares, constituídos de unidades de fenilpropano, designadas C₃-C₆, unidas por ligações C-O-C e C-C, e com diferentes teores de grupos metoxílicos no anel benzênico, dependendo do tipo de madeira. Ela tem como função na planta a proteção a ataque de microorganismos e apresenta importante função no transporte de água dentro do xilema, diminuindo a penetração da água para

dentro e ao longo das paredes celulares, bem como tem função de sustentação do vegetal. (EATON e HALE, 1993).

Além de seus componentes fundamentais, que ocorrem na composição estrutural de todas as madeiras ocorre ainda um grande número de outros compostos acidentais, com baixo ou médio peso molecular. Estes compostos são extraíveis da madeira por solventes orgânicos ou água e existem alguns que são volatizados por vapor. Dentre os mais importantes extrativos estão os terpenos e os ácidos resinosos, os polifenóis, como flavonóis, antocianinas, quinonas, estilbenos, lignanas e taninos (materiais de proteção); tropolôneos; glucosídeos; açúcares; ácidos graxos e minerais (materiais de reserva). Estes extrativos são considerados constituintes da madeira, mas que não fazem parte da parede celular. Muitas espécies lenhosas apresentam extrativos típicos a ponto de serem identificados por sua presença. A madeira de forma geral contém de 1-10% de extrativos, base madeira seca. As coníferas geralmente possuem 4 a 10% de extrativos e as folhosas de 1 a 4% (FOEKEL, 1977 e KRAMER e KOZLOWSKI, 1979) citado por OLIVEIRA (1997).

Os extrativos no cerne, algumas vezes excedem a 30% do peso total da madeira, e aumentam a coloração, densidade e a durabilidade da madeira (OLIVEIRA, 1997). Um dos mais importantes extrativos do cerne são os polifenóis, que são compostos aromáticos com um ou mais grupos de hidroxilas fenólicas e também alguns óleos essenciais como, por exemplo, o óleo de candeia que tem como componente ativo principal e de maior valor o alfa-bisabolol.

4.2.2 Material e Métodos

4.2.2.1 Seleção das árvores e coleta de madeira

O material em estudo foi coletado na região do Sul do Estado de Minas Gerais, em Aiuruoca, na Fundação Matutu, localizada a 30 km do município de Baependi. A área está localizada nas coordenadas de 21°58'23" de latitude sul e 44°44'35" de longitude oeste. A altitude média gira em torno de 1000 m. O clima, na classificação de Köppen é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22 °C, a temperatura média anual varia entre 18 °C e 19 °C e a média anual de precipitação pluviométrica é da ordem de 1.400 mm. Os meses mais chuvosos correspondem a

dezembro, janeiro e fevereiro, e as menores precipitações ocorrem em junho, julho e agosto. O local de estudo não apresentava histórico registrado de prática anterior de manejo das árvores de candeia. As árvores foram provenientes de duas partes distintas do candeial, em cambissolo, conforme a Figura 1.

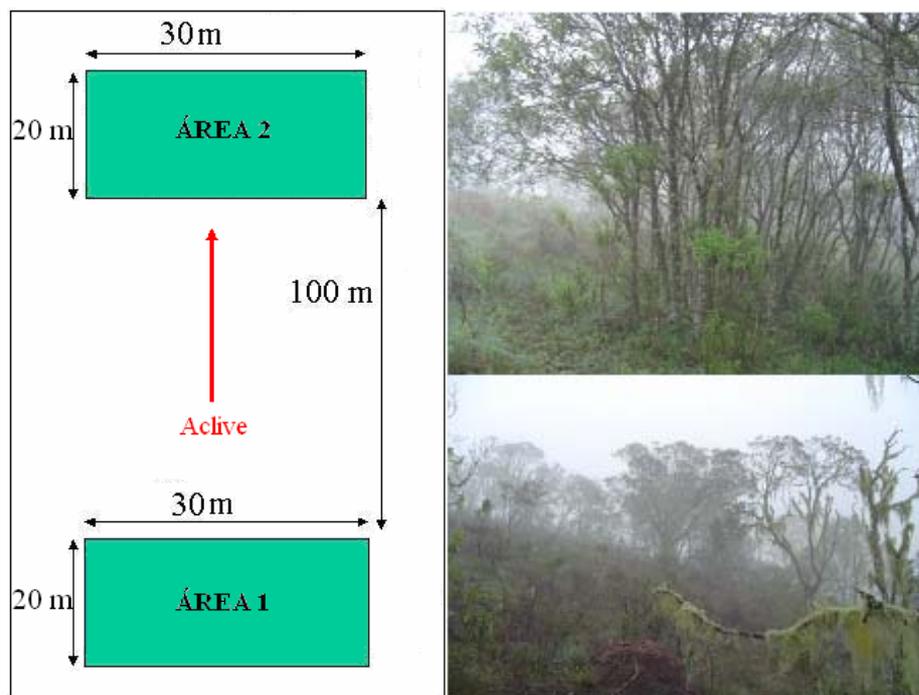


Figura 1 - Croqui da área (Área 1: 1000 m; Área 2: 1.100 m de altitude)

O tratamento 1 consistiu da coleta de amostras de madeira de árvores localizadas em área de baixada (Área 1), indicando uma provável melhor condição do solo para o desenvolvimento vegetal, comparada à área, localizada morro acima (Área 2). Foram abatidas cinco árvores para cada classe diamétrica e condição de solo, totalizando o corte de 30 árvores.

Com o auxílio da moto-serra as árvores foram coletadas (Figura 2) tendo como referência três classes diamétricas distintas, com medidas tomadas no DAP (Primeira classe: 5 à 10 cm; Segunda classe: 10,1 à 15,0 cm e Terceira classe: 15,1 à 20 cm). As alturas foram consideradas até a primeira bifurcação da árvore



Figura 2 - Medição do diâmetro das árvores e corte

O transporte da madeira foi realizado através de animais (Figura 3), devido à dificuldade de acesso na área até a estrada onde se encontrava um caminhão truck, que posteriormente conduziu as amostras para Carrancas – MG para o processamento das amostras.



Figura 3 - Transporte da madeira

4.2.2.2 Coleta e análise do solo

Após a identificação das duas áreas de estudo, em cada uma delas, distintamente, foram coletadas 15 amostras de solo, na camada de profundidade entre 0 e 20 cm. As 15 amostras foram misturadas para cada uma das áreas de estudos, resultando em 2 amostras compostas de solo (área 1 e Área 2), destinadas às análises químicas e físicas. (Figura 4)



Figura 4 - Amostragem do solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

As análises foram realizadas, seguindo metodologias de análise do solo descrita por FERREIRA et al. (2003) e SILVA et al. (1998). Consistiram na verificação da fertilidade do solo e do gradiente de retenção de água no solo a 0,02 atm e a 15 atm.

O preparo da amostra consistiu de secagem, destorroamento, separação das frações do solo por tamisação e homogeneização da fração menor que 2 mm, denominada terra fina seca ao ar (TFSA), usada para as seguintes determinações:

- pH do solo: foi medida a concentração efetiva de íons H^+ na solução de solo, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1:2,5.

- Fósforo, potássio, sódio e micronutrientes – para a extração desses elementos utilizou-se a metodologia de extração com solução de Mehlich 1 (também chamada de solução duplo-ácida ou de Carolina do Norte). Para os micronutrientes a relação solo: extrato sugerido foi de 1:5, enquanto para os demais elementos de 1:10. O fósforo extraído foi determinado espectroscopicamente. O potássio e o sódio trocável foram medidos usando o método direto pelo fotômetro de chama. Os micronutrientes Zn, Cu, Fé e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

- Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al^{+3}) – o Ca e o Mg trocáveis foram extraídos por KCl 1N, em conjunto com o Al trocável, titulando-se numa fração do extrato o alumínio com NaOH, na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato, foram titulados o cálcio e o magnésio por complexometria com EDTA. Numa terceira alíquota, foi feita

a determinação de cálcio por complexometria com EDTA e ácido calconcarbônico como indicador.

- Hidrogênio + alumínio – a determinação extração da acidez potencial de solos foi efetuada com solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato.

- Valor SB (Soma de bases trocáveis): este é calculado em cmol/dm^3 de TFSA, de acordo com a equação 1:

$$\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ \quad (1)$$

- Valor de CTC (capacidade de troca catiônica): corresponde a soma das bases trocáveis mais a acidez potencial, é calculado em de TFSA, de acordo com a equação 2:

$$\text{CTC} = \text{SB} + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \quad (2)$$

- Valor de V (índice de saturação por bases): é calculado em percentagem (equação 3):

$$\text{V} = (100 \times \text{SB}) / \text{CTC} \quad (3)$$

- Valor de M (índice de saturação por alumínio trocável): também podendo ser chamado de percentual (%) de Al^{3+} , é calculado em percentagem de acordo com a equação 4:

$$\text{M} = (100 \times \text{Al}^{3+}) / (\text{SB} + \text{Al}^{3+}) \quad (4)$$

- Matéria orgânica: utilizado o método volumétrico pelo bicromato de potássio para sua determinação.

- Sulfato: o método baseou-se em marcha analítica proposta por VITTI (1989) citado por SILVA et al (1998).

- Retenção de água: Tomou-se uma amostra de solo inicialmente seca ao ar e que permitisse seu molhamento gradual por redução de sucção. Para cada sucção aplicada determinou-se a umidade da amostra correspondente.

4.2.2.3 Determinação da idade

- Preparo dos discos

Os discos obtidos da base das árvores foram trabalhados de maneira a eliminar as irregularidades deixadas pela moto-serra. Para tanto, foram utilizadas lixas d' água das seguintes granulações: 100, 150, 220, 320 e 400, mediante o auxílio de uma lixadeira mecânica (Figura 5).



Figura 5 - Lixadeira mecânica

As granulações de lixas mais grossas, foram usadas para uniformizar as irregularidades mais grosseiras. Já as granulações mais finas, foram usadas para um acabamento mais refinado, que possibilitou uma melhor visualização dos anéis de crescimento das árvores.

- Contagem dos anéis

O lixamento foi procedido pela contagem dos anéis da seguinte maneira: Primeiramente, uma reta marcando um diâmetro do disco foi traçada. Com o auxílio de uma lupa, o número de anéis de crescimento foi contado, obtendo-se, assim, a idade da árvore (Figura 6).



Figura 6 – Disco preparado para contagem dos anéis de crescimento

No caso dos discos que apresentavam forma muito diferente da circular, ou no caso de apresentarem defeitos, que não permitiram a aplicação desta metodologia, foram traçados raios em locais em que era possível a medição.

4.2.2.4 Análise Química

As toras foram transformadas em cavacos, mantendo a individualidade das árvores. Para a realização da análise química da madeira de candeia foram retiradas amostras casualizadas dos cavacos, os quais foram transformados em serragem com auxílio de um moinho martelo tipo Wiley. A granulometria da serragem obtida para análise química foi a que passasse na peneira de 40 mesh e ficasse retida na de 60 mesh (Figura 7).



Figura 7 – Serragem da madeira de candeia

As análises químicas da madeira de candeia foram realizadas conforme as normas TAPPI (1998), sendo respectivamente: T12 wd – 82 – (T12 os – 75 substituída pelo T264) para preparação da madeira para análise química, incluindo procedimentos para remoção de extrativos; T13wd-74 – (T13 os 54 combinada com T222) para lignina e T15wd-80 – (T15 os – 58 combinada com T211) para constituintes inorgânicos (cinzas). Para cada árvore foram realizadas três repetições de análise.

4.2.2.5 Análise Estatística

A fim de se reduzir os erros experimentais das estimativas dos efeitos de tratamentos, tornando-as mais exatas, efetuou-se a análise de covariância para ajustar os valores da idade das árvores. E o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis teor de extrativos totais, porcentagem de lignina e teor de cinzas na madeira de candeia.

O modelo estatístico utilizado (equação 5) foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(x_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}, \quad (5)$$

em que:

Y_{ij} = observação relativa ao i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

μ = média geral;

t_i = efeito do i-ésimo tratamento;

β = coeficiente de regressão linear;

x_{ij} = covariável (idade) medida no i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

e_{ij} = erro experimental.

4.2.3 Resultados e Discussão

4.2.3.1 Análise do Solo

Os resultados de análise de solo são apresentados na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Fertilidade e Retenção de água no solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

Fertilidade	Área 1	Área 2
pH (H ₂ O)	5,2	4,9
P (mg/dm ³)	1,2	0,6
K (mg/dm ³)	25	42
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,4	0,4
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,2	0,2
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,9	1,7
H + Al (cmol _c /dm ³)	6,3	9,8

Tabela 4.1 - Fertilidade e Retenção de água no solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)
(conclusão)

Fertilidade	Área 1	Área 2
SB (cmol _c /dm ³)	0,7	0,7
CTP (t) (cmol _c /dm ³)	1,6	2,4
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	7,0	10,5
V (%)	9,5	6,8
M (%)	58	71
MO dag/kg	4,0	4,3
P-rem (mg/L)	10,9	9,9
Curva de Retenção de Umidade	Área 1	Área 2
15 atm (%)	10,70	11,19
0,02 atm (%)	53,03	40,56

pH em água, KCL e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P – Na – K – Zn – Mn – Cu – Extrator Mehlich 1; Ca – Mg – Al – Extrator KCl 1N; H + Al Extrator: SMP; B – extrator água quente; S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V= índice de saturação de bases; M = índice de saturação de alumínio; ISNa – índice de saturação de sódio; Mat. Orgânica (MO) – oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N ; P-rem= fósforo remanescente.

Ambas as áreas estudadas apresentam solos com baixa fertilidade, apesar de algumas distinções entre os mesmos. O solo da Área 2 apresentou menor teor de P e maior teor de K. O fósforo (P) é essencial para o crescimento das plantas, para completar seu ciclo normal de produção. Atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários processos da planta (VENTURIM et al., 2005). O potássio (K) também é um nutriente importante e que atua no metabolismo dos vegetais, pois em menor quantidade diminui o suprimento de carboidratos nas plantas (LOPES, 1989).

Quanto aos nutrientes secundários (Ca, Mg e S) não houve diferença entre os teores de dos mesmos nas duas áreas estudadas. No caso dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) não foram encontrados nem mesmo traços desses elementos em ambos os solos. Muitos nutrientes, por exemplo, Zn, Mn, Cu, Fe, Mo, Co, apresentam baixa ou nenhuma mobilidade no solo o que dificulta a sua absorção pelas plantas, principalmente durante os estádios de desenvolvimento em que as mesmas demandam altas quantidades de nutrientes, podendo, nesta

situação, vir a comprometer a produtividade (BRAKEMEIER, 1999). O B (boro) ativa a enzima fosforilase do amido responsável pela síntese de amido, substância de reserva das sementes, raízes e colmos. Plantas deficientes em boro podem apresentar grãos leves, bem como menor pegamento de florada e formação de sementes, seca de ponteiros com morte de gema terminal, proporcionando a concentração do hormônio de crescimento (AIA) nas folhas e ramos, colaborando para o superbrotamento e o pequeno desenvolvimento radicular (FAVARIN&MARINI, 2000).

A capacidade de troca catiônica do solo (CTC) apresentou valores variando de 1,6 (área 1) e 2,4 (área 2). Segundo LOPES (1989) solos com CTC entre 1 e 10 apresentam um alto teor de areais, tendo maior predisposição para a lixiviação de nitrogênio e potássio e uma baixa capacidade de retenção de água. Isso pode ser confirmado pela textura arenosa-siltosa das áreas estudadas.

Os valores de matéria orgânica nas Áreas 1 e 2 foram respectivamente 4,0 e 4,3 e associados aos valores da CTC e do pH do solo, pode-se concluir que, no aspecto geral, ambas as áreas apresentam solo intemperizado. De acordo com SCHUMACHER *et al.*, (1999) a matéria orgânica possui correlação positiva com o P, K, Ca, Mg, CTC e V, como verificado em solos com alto teor de matéria orgânica e pH baixo, em região de altitude elevada. Logo, quanto maior o teor de matéria orgânica, maior o teor desses elementos no solo.

Nota-se também uma predominância de Al^{3+} nos solos, sendo este teor maior no solo da Área 2. Nestas condições a percentagem de saturação de cálcio, magnésio e potássio mostrou-se também baixa.

Observando a curva de retenção de água no solo, nota-se que o solo da Área 1, localizada na parte baixa da encosta apresenta maior valor que o solo da área superior da encosta (Área 2), sobretudo considerando-se a retenção de água a 0,02 atm.

Segundo LIMA (1986) com relação à retenção de água do solo em florestas pode-se afirmar que:

- Quanto maior o declive maior será o escoamento superficial, existindo uma estreita correlação entre a densidade da floresta e o escoamento, porém em floresta densa com a mesma declividade o escoamento superficial é menor.

- Nas encostas, com exposição Norte, ocorre um maior escoamento superficial. Isso se deve à alta insolação que acelera a decomposição e impede a formação de uma espessa camada de serapilheira.
- Nas florestas de folhosas, o escoamento superficial é ligeiramente menor que nas florestas de coníferas, embora nas coníferas ocorra formação de uma manta hidrofóbica. Esse menor escoamento ocorre em florestas que produzem manta densa e com boa estrutura. Em povoamentos jovens e com pouca manta na superfície do solo o escoamento é sensivelmente maior.
- Os solos arenosos permitem uma maior infiltração da água quando comparada aos solos argilosos.
- As queimadas influenciam diretamente no escoamento superficial, pois, além de eliminar os resíduos e a matéria orgânica, parece produzir substâncias hidrofóbicas que formam uma camada de impedimento para a água a uma pequena profundidade do solo.

De um modo geral, o solo da Área 2 é mais ácido, com maior saturação de alumínio trocável, maior capacidade de troca catiônica e maior acidez potencial que o solo da Área 1. Sem contar que, em termos de fertilidade e retenção de água, o solo da Área 1 apresenta-se em melhores condições de desenvolvimento das plantas que o solo da Área 2, mesmo este tendo um pouco mais de matéria orgânica e potássio. Os resultados da análise do solo das áreas estudadas foram semelhantes aos resultados apresentados por SCOLFORO (2007) em candeais de áreas manejadas da região Sul do estado de Minas Gerais.

4.2.3.2 Diâmetro e altura das árvores

Os valores individuais referentes ao diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores até a primeira bifurcação encontram-se no Apêndice A e os valores médios na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Diâmetro e altura das árvores – Valores médios por tratamento

Área	CD	DAP/ CD		DAP/ Área		Altura /CD		Altura /Área	
		M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
	1	6,80	23,01			1,64	20,38		
1	2	11,50	6,87	11,7	12,34	1,53	15,60	1,47	14,86
	3	16,80	7,60			1,26	8,60		

Tabela 4.2 - Diâmetro e altura das árvores – Valores médios por tratamento (conclusão)

		DAP/ CD		DAP/ Área		Altura /CD		Altura /Área	
Área	CD	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
	1	6,90	17,30			1,83	32,43		
2	2	11,30	10,65	11,6	13,15	1,40	20,97	1,56	23,49
	3	16,70	11,51			1,46	17,07		

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CD: Classes de diâmetro: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV: Coef. Variação (%); M: média; DAP (cm); Altura (m)

Para a comparação das médias aplicou-se o Teste t Student. Os níveis de significâncias (0,5; 1; 5 e 10%) foram adotados pela Tabela T bilateral, usando-se o nível de probabilidade com mais restrição e menos restrição, conforme a variação amostral.

O diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura das árvores da área A não diferem estatisticamente da área B pelo teste t Student ao nível de 10% de probabilidade.

4.2.3.3 Determinação da idade

As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam respectivamente o resumo da análise de variância da idade das árvores e os resultados dos valores médios por área e classe de diâmetro. Os valores individuais encontram-se no Apêndice F.

Tabela 4.3 – Análise de variância da idade das árvores de candeia

Fonte de Variação	GL	QM
Classe de diâmetro	2	120,73 *
Área	1	1.385,66*
Resíduo	23	20,21
CV	14,35	

GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que a idade das árvores de candeia estudadas, foi significativa para as Áreas 1 e 2, e para as classes de diâmetro ao nível de 5% de probabilidade, sendo considerados seus valores estatisticamente diferentes.

Tabela 4.4 – Valores médios de idade das árvores por classe de diâmetro e por tratamento

Área	CD	Idade/ CD		Idade/ Área	
		M	CV	M	CV
1	1	34 c	20,64	39,8 a	18,75
	2	40 b	12,73		
	3	45 a	9,26		
2	1	34 c	11,41	25 b	11,21
	2	40 b	12,03		
	3	45 a	6,04		

Área 1 = 1000 m e Área 2 = 1100 m (tratamentos); Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV = Coef. Variação (%); As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teste Tukey, para comparação das médias das idades de cada classe de diâmetro, mostrou que as árvores das classes de diâmetro maiores (classe 3) foram as que apresentaram maiores idades. Em termos estatísticos as árvores das classes 1 e 2, em ambos os tratamentos, podem ser consideradas iguais.

O tratamento 1, correspondendo as árvores coletadas na área de baixada foi o que apresentou árvores com maior idade, comparativamente as árvores do tratamento 2, correspondente a área de maior altitude.

4.2.3.4 Composição química

Os dados individuais das análises químicas da madeira de candeia são apresentados no Apêndice D, enquanto seus valores médios e estatísticos são apresentados nas Tabelas 4.5 e 4.6.

Tabela 4.5 – Resumo da análise de variância da composição química da madeira de candeia.

	Fonte de Variação	GL	QM
Extrativos totais	Classe de diâmetro	2	10,74 *
	Área	1	11,24 *
	Idade	1	1,01
	Resíduo	22	3,52
	CV	11,18	
Lignina	Classe de diâmetro	2	0,78
	Área	1	17,14*
	Idade	1	8,99
	Resíduo	22	5,37
	CV	8,70	

Tabela 4.5 – Resumo da análise de variância da composição química da madeira de candeia
(conclusão)

Cinzas	Classe de diâmetro	2	$0,15 \times 10^{-2}$
	Área	1	$0,28 \times 10^{-3}$
	Idade	1	$0,95 \times 10^{-2}$
	Resíduo	22	$0,81 \times 10^{-2}$
	CV	18,77	

Área 1 = 1.000m e Área 2 = 1.100m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; * e **, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4.6 - Composição química – Valores médios por área e classe de diâmetro (%)

	Área	CD	Média/CD		Média/Área	
			M	CV	M	CV
Extrativos Totais	1	1	19,06 a	7,23	17,89 a	12,97
		2	16,13 ab	19,35		
		3	15,95 b	5,69		
	2	1	17,53 a	13,92	15,87 b	13,10
		2	15,58 ab	10,82		
		3	14,52 b	4,98		
Lignina	1	1	24,86 a	9,56	25,91 a	9,62
		2	25,45 a	15,64		
		3	27,59 a	3,66		
	2	1	26,67 a	7,96	27,20 b	8,22
		2	27,79 a	7,91		
		3	27,14 a	8,80		
Cinzas	1	1	0,470 a	12,76	0,45 a	17,83
		2	0,432 a	17,71		
		3	0,440 a	23,03		
	2	1	0,528 a	17,55	0,50 a	17,26
		2	0,558 a	21,90		
		3	0,417 a	12,35		

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CD: Classes de diâmetro 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV: coeficiente de variação (%); 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 quantidade de extrativos totais da madeira das árvores da Área 1 diferiu estatisticamente da madeira das árvores da Área 2 pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, sendo maior para a primeira área, que corresponde as árvores ocorrendo em baixada. Pode-se constatar que, para ambas as áreas, 1 e 2, os teores de extrativos foram maiores para os indivíduos com menores diâmetros, o que pode estar relacionado à uma maior atividade fisiológica dos indivíduos mais jovens.

A quantidade de lignina da madeira das árvores da Área 1 diferiu estatisticamente da madeira das árvores da Área 2 pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Os teores de lignina se mostraram maiores na Área 2 do que na Área 1. Esses resultados estão de acordo com TRUGILHO et al. (1996) que estudando a influência da idade nas características químicas da madeira observou que o teor da lignina tende a diminuir a medida que as árvore se tornam mais velhas, pois as espécies mais jovens tendem a possuir uma maior proporção de madeira juvenil que é mais rica em lignina do que a madeira madura.

Os valores médios para a lignina estão próximos aos obtidos por SIQUEIRA (2002) que encontrou valores de 28,59 % para o cerne de árvores de candeia. Pode-se constatar que, para ambas as áreas, os teores de lignina se mostraram maiores para os indivíduos com maiores diâmetros, sobretudo no caso do tratamento 1, referente a Área 1. Como as áreas apresentam diferenças entre os solos pode-se dizer, qualitativamente, que os nutrientes do solo e a umidade do mesmo, podem ter afetado o desenvolvimento das árvores nas áreas estudadas e, por conseguinte, a formação dos constituintes químicos da madeira.

A quantidade de cinzas da madeira das árvores da área 1 não diferiu estatisticamente da área 2 pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, o mesmo sendo constatado para as classes de diâmetro.

4.2.3.5 Influência da idade na composição química

A influência da idade na composição química da madeira de candeia pode ser observada na Tabela 4.7 que apresenta os valores das correlações (Pearson) entre tais parâmetros.

Tabela 4.7 - Coeficiente de correlações de Pearson para a idade e a composição química da madeira de candeia

Composição química	Idade
Extrativos totais	0,1284
Lignina	-0,0660
Cinzas	-2,4253*

* significativo a 5% de probabilidade pelo Teste t.

Observando-se a Tabela 4.7, nota-se que, para as árvores estudadas, os extrativos totais e a lignina não apresentaram correlação com a idade.

O teor de cinzas apresenta uma correlação negativa com a idade, significando que quanto menor a idade das árvores de candeia, maior será a porcentagem do teor de cinzas na composição química desta espécie, para o material avaliado. Provavelmente, isso seja decorrente do maior metabolismo das plantas mais jovens, que exigiria a maior presença de componentes minerais.

4.3 Conclusão

Qualitativamente, os solos das áreas estudadas são de baixa fertilidade, com baixo pH e baixa capacidade de retenção de água, fatores esses que afetam o desenvolvimento da planta e composição química.

O teor de extrativos totais da madeira de candeia foi maior para as árvores crescendo em região de baixada do terreno. Por sua vez os teores de lignina e de cinzas foram maiores na área mais elevada. As árvores mais jovens apresentaram maior teor de cinzas enquanto o teor de extrativos totais e a lignina não foram influenciados pela idade das árvores estudadas.

Referências

ANDRADE, A.S. de. Qualidade da Madeira, Celulose e Papel em *Pinus taeda* L.: Influência da Idade e Classe de Produtividade. Dissertação de(Mestrado – na área de ...). UFPR, Curitiba – PR, 2006. 107 p.

BRAKEMEIER, C. O adubo vem por cima. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 2, p.15-16 mar.1999.

DADSWELL, H.E.; NICHOLLS, J.W.P. Assessment of wood qualities for tree breeding. I. *Pinus elliottii* var. *elliottii* from Queensland. **Division Forestry Products Technology, cidade**, v. 4, 16 p. ,1960.

EATON, M.A.; HALE, M.D.C. **Wood: Decay, pests and protection**. London: Chapman & Hall, 1993. 546p

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. **Sociedade Nacional de Agricultura. Junho/2000.** Disponível em: <http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm> Acesso em: mar. 2007: http

FERREIRA, M.M.; JÚNIOR, M.S.D.; MESQUITA, M.G.B.F.; ALVES, E.A.B.F. **Física do solo** – Lavras: Editora UFLA, 2003. 79p.

FOEKEL, C.E.B. **Qualidade da madeira:** Teoria. Belo Oriente, s.ed., 1977. 60p

FRAZÃO, D.A.C. **Sintomatologia das carências de macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana* Huber) aos 2, 3, 4 e 8 anos de idade implantado em latossolo amarelo distrófico, Belterra, Pará.** 1985. 194p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1985.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of woody plants.** New York: Academic Press, 1979. 811p

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 241p.

MALAN, F.S. Eucalyptus Improvement for Lumber Production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995. São Paulo. **Anais...** São Paulo; IPEF/IPT, 1995. p.1-19

OLIVEIRA, J.T.S. Caracterização da Madeira de eucalipto para a construção civil. 1997. 2v. Tese (Doutorado na área de Engenharia) - Escola Politécnica Universidade de São Paulo São Paulo. 1997. 2

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 4th ed. New York: McGraw-Hill Book, 1980. 722p.

PRITCHETT, W.L. Tropical forest litterfall. 1. Problems of data comparison. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blacwell Scientific Publication, 1979. p. 267-273.

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; ZANCAN, V. **Caracterização física e química de um solo em uma área de campo nativo, destinada ao plantio de *Pinus taeda* L.** Santa Maria : UFSM, CCR, Dep. Ci. Fl., 1999. 37 p.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C.; MELLO, J. M.; ACERBI JUNIOR, F. W. Manejo Sustentado da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch e *Eremanthus incanus* (Less.) Less.).disponível em http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/relatorio_projeto.pdf Acesso em:nov. 2007 (Relatório Técnico Científico)

SEABRIGHT, D. Wood chemistry - the essential ingredients. **Asian Timber**,cidade, v. 14, n.2, p.36-34, 1995.

SILVA, F.C.; EIRA, P.A.; BARRETO, W.O.; PÉREZ, D.V.; SILVA, C. A.. **Manual de Métodos de Análises Químicas para a Avaliação da Fertilidade do Solo** – Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1998.

SIQUEIRA, D. Caracterização química da casca e madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*).. **Monografia**. Lavras: UFLA, 2002. 21p.

TAPPI TEST METHODS. **Fibrous materials and pulp testing t1-t270. paper and paperboard testing**. v.1, Atlanta: Tappi Press , 1998. t400-t550

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

p. 97-111, 1996

TSOUMIS, G.T. **Science and technology of wood: Structure, properties, utilization.** New York, 1991. 494p.

VENTURIN N., SOUZA, P.A. de, MACEDO, R.L.G. de, NOGUEIRA, F D. Adubação Mineral da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Revista Floresta**, Curitiba, , v. 35, n. 2, p. 211-219, mai./ago. 2005.

WENZL, H.F.J. **“The Chemical Technology of Wood”**New York; Academic Press, 1970. 692p.

5 INFLUÊNCIA DA IDADE DA ARVORE E DAS CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DE CRESCIMENTO SOBRE O RENDIMENTO E A QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch)

Resumo

A candeia vem sendo utilizada principalmente como moirão de cerca pela sua alta durabilidade natural, e também como produtora de óleo (cujo princípio ativo é o alfa bisabolol), com propriedades antibacterianas, utilizado na fabricação de medicamentos, cosméticos, fármacos, entre outros. Devido à importância desse material, faz-se necessário ampliar o conhecimento científico existente para a espécie. É nesse sentido que o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes idades no rendimento e na qualidade do óleo essencial obtido de sua madeira, considerando duas condições distintas de relevo do local de crescimento das árvores, na região de Aiuruoca, Sul de Minas Gerais. As duas condições distintas de relevo correspondiam a uma parte do povoamento crescendo a 1000m (Área 1) e outra a 1.100m de altitude (Área 2). Em cada uma delas foram abatidas 15 árvores, distribuídas em 3 classes de diâmetro. Da base das árvores foram retirados discos para a determinação da idade das árvores por contagem dos anéis de crescimento. Amostras do solo também foram tomadas para análises física e químicas. Os troncos das árvores foram picados e dos cavacos obtidos foram retiradas amostras aleatórias para condução das destilações das madeiras para obtenção de óleo essencial. O método utilizado para destilação do óleo essencial foi o arraste à vapor com pressão de 2 kgf/cm² em 2,5 h. A análise química foi efetuada em cromatógrafo gasoso (CG) com base no padrão de alfa-bisabolol. O rendimento em óleo essencial da madeira de candeia das árvores da Área 1 não diferiu estatisticamente da Área 2 pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para o teor de alfa-bisabolol, as Áreas 1 e 2 mostraram-se também estatisticamente iguais ao

nível de 5 % de probabilidade. A idade influenciou no rendimento em óleo essencial, sendo que quanto maior idade, maior rendimento em óleo essencial. Da mesma forma, influenciou no seu teor de alfa-bisabolol sendo observado um maior teor de alfa-bisabolol em árvores mais jovens.

Palavras-chave: Óleo essencial, Idade das árvores, Madeira de candeia, Alfa-bisabolol.

INFLUENCE OF THE AGE OF THE TREE AND THE CHARACTERISTICS OF THE PLACE OF GROWTH ON THE YIELD AND THE QUALITY OF THE ESSENTIAL OIL OF CANDEIA (*Eremanthus erythropappus*) (DC.) McLeisch)

Abstract

The candeia comes being used mainly as they will post of surrounds for its high natural durability, and as also producing of oil (whose active principle is the alpha bisabolol), with antibacterial properties, used in the medicine manufacture, cosmetics, druggists, among others. Due to importance of this material, one becomes necessary to extend the existing scientific knowledge for the species. It is in this direction that the present work had for objective to evaluate the influence of different ages in the income and the quality of the gotten essential oil of its wood, considering two relief distinct conditions of the place of growth of the trees, in the region of Aiuruoca, South of Minas Gerais. The two distinct relief conditions corresponded to a part of the population growing 1000m (Area 1) and another one 1.100m of altitude (Area 2). In each one of them had been abated 15 trees, distributed in 3 classrooms of diameter. Of the base of the trees records for the determination of the age of the trees for counting of growth rings had been removed. Samples of the soil had been also taken for chemical analyses and physical. The trunks of the trees had been perforated and of the yield slivers random samples for conduction of the distillations of wood for essential oil attainment had been removed. The method used for distillation of the essential oil was drags it to the vapor with pressure of 2 kgf/cm² in 2,5 h. The chemical analysis was effected in gaseous chromatograph (CG) on the basis of the alpha-bisabolol standard. The income in essential oil of the wood of candeia of the trees of Area 1 did not differ statistical from Area 2 for the Tukey test to the level of 5% of probability. For the alpha-bisabolol text, Areas 1 and 2 had also revealed statistical equal to the level of 5 % of probability. The age influenced in the income in oil essence, being that how much bigger age, greater income in essential oil. In the same way, it influenced in its text of alpha-bisabolol being observed a bigger text of alpha-bisabolol in younger trees.

Keywords: Essential oil, Age of the tree, Candeia of wood, Alpha-bisabolol.

5.1 Introdução

O uso de plantas aromáticas (inteiras ou suas partes como folhas, cascas, sementes e seus produtos extrativos como as resinas), é tão antigo quanto a história da humanidade, sendo empregadas na medicina, na cosmética e em cerimônias religiosas. Nos relatos sânscritos dos Ayurvedas (há mais de 2.000 A.C.), há descrições de técnicas rudimentares usados pelos hindus para a obtenção de produtos destilados, provavelmente álcoois aromáticos de espécies de capins do gênero *Cymbopogon* (capim limão e citronela) e mirra entre as mais de 700 substâncias aromáticas citadas (DE LA CRUZ, 1997).

As referências históricas de obtenção e utilização desses óleos estão ligadas, originalmente, aos países orientais, com destaque para o Egito, Pérsia, Japão, China e Índia. A evolução de conhecimentos técnicos sobre óleos essenciais deu-se em meados do século XVIII quando se iniciaram os estudos para suas caracterizações químicas. Atualmente é amplo o número de plantas conhecidas para a produção de óleos essenciais em bases econômicas. Tal ocorrência vai desde plantas rasteiras como é o caso da hortelã, até plantas de porte arbóreo como é o caso do eucalipto e mesmo da candeia (VITTI e BRITO, 2003).

A denominação óleo essencial define um grupo de substâncias naturais aromatizantes, que são extraídas de diferentes partes de algumas espécies vegetais, segundo processamentos específicos, em sua maioria, por hidrodestilação (BRAGA, 1971). Segundo COSTA (1975) óleos essenciais são constituídos de misturas de numerosos compostos voláteis, com tensões de vapor elevadas, insolúveis na água, mas solúveis em vários solventes imiscíveis nesta e também no álcool.

A função deste óleo essencial nas plantas tem sido amplamente discutida, havendo concordância em que se trata de substâncias de defesa da planta. CARNEIRO & FERNANDES (1996) citam que em ambientes adversos, as plantas “escolhem” onde aplicar mais sua energia e seus recursos, na reprodução, no crescimento ou na produção de compostos químicos para se defenderem dos insetos, herbívoros, microorganismos patogênicos e outros inimigos naturais.

Segundo FOEKEL (1977) os óleos essenciais mais conhecidos e utilizados são constituídos, basicamente, por duas classes de compostos: os terpenos e os fenilpropenos, sendo que os primeiros são os mais abundantes. Os terpenos são compostos geralmente insaturados,

formando derivados de adição com hidroácidos; possuem a tendência para se polimerizarem ou auto-oxidarem, passando facilmente a resinas.

Os óleos essenciais existem naturalmente em diversos órgãos das plantas e consistem numa mistura de substâncias que podem ser sólidas, líquidas ou voláteis, quimicamente muito complexas e variáveis na sua composição. São obtidos a partir de diversas partes das plantas segundo as espécies: flores, frutos, sementes, folhas, cascas, madeira ou raízes obtidos a partir de diferentes partes da planta são de composição e natureza diferentes. Os órgãos que tem um elevado teor de umidade ou aqueles em que os tecidos são constituídos por células de paredes delgadas, tais como flores e folhas podem, podem perder uma parte considerável do seu óleo se forem secas antes da colheita. Esta perda é devida não somente a evaporação, mas particularmente às mudanças químicas que se operam como oxidação e resinificação dos componentes (CARDOSO et al. 2000).

Os óleos essenciais podem ser classificados com base em diferentes critérios: consistência (viscosidade), origem e natureza química dos componentes majoritários (BRAGA, 2002). De acordo com a sua consistência os óleos essenciais se classificam em essências fluídas, bálsamos e óleo-resinas. As essências fluídas são os líquidos voláteis à temperatura ambiente. Os bálsamos são de consistência mais espessa, são pouco voláteis e propensos a sofrerem reações de polimerização, são exemplos o bálsamo de copaíba e o bálsamo do Peru. As óleo-resinas, têm o aroma das plantas em forma concentrada e são tipicamente líquidos muito viscosos ou substâncias semi-sólidas (GUENTHER, 1972).

A utilização de óleos essenciais apresentou crescimento nos últimos anos, pela alta demanda e consumo de produtos naturais de origem vegetal. Estes por sua vez são empregados nas indústrias cosméticas, farmacêutica e alimentícia. A candeia (*Eremanthus erythropappus*) pela sua alta concentração do constituinte químico alfa-bisabolol vem sendo utilizada dentro das indústrias cosméticas e farmacêuticas devido a seu potencial em exibir propriedades antiflogísticas, antibacteriana, antimicótica, dermatológicas e espasmódicas; o alfa-bisabolol tem sido empregado em substituição ao azuleno (substância ativa da camomila) em produtos cosméticos hipoalergênicos (TEIXEIRA et al., 1996 e PEREZ, 2001).

A espécie arbórea *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish, popularmente conhecida como candeia, pertence à família Asteraceae, é nativa do Brasil e se adapta bem a solos pouco férteis e rasos. No entanto a candeia tem sido utilizada atualmente como matéria-prima de grande

qualidade para a produção de óleo essencial, cujo principal componente, o alfabisabolol (SCOLFORO et al., 2007).

A espécie é considerada por LORENZI (1992) como sendo de hábitat especial, pois em áreas nativas é encontrada em altitudes em torno de 1000 metros, nas chamadas “terras frias”, onde o solo se classifica como Cambissolo e Litossolo, com afloramento de rochas. Durante o seu crescimento, é típica a formação de caules tortuosos, o que pode ser parcialmente dependente de sua nutrição mineral, sendo essa uma característica que às vezes dificulta seu uso.

As características de um óleo essencial estão dependentes das condições de solo, de clima e de culturas às quais a planta produtora se encontra submetida. Por outro lado, também tem grande influência na qualidade dos óleos essenciais o método segundo o qual os órgãos produtores de óleo são destilados (CARNEIRO & FERNANDES, 1996).

Estudo realizado por PEREIRA (1998), mostrou que plantas jovens de candeia (*Eremanthus erythropappus*), apresentaram alto requerimento nutricional, sendo que P,N,S seguidos por Mg e B, foram os nutrientes mais limitantes ao crescimento das plantas. A aplicação de Zn reduziu o crescimento das plantas, enquanto que a omissão de boro contribuiu para o aumento da tortuosidade do caule das plantas.

Por causa de sua importância econômica, a candeia vem sendo intensamente explorada em suas regiões de origem, o que tem causado forte redução da sua área de ocorrência natural; por conta deste fato, tem crescido o interesse na realização de estudos sobre a espécie e a obtenção de óleo de sua madeira (GALDINO et al., 2003).

Este trabalho tem por objetivo verificar se há diferenças no desenvolvimento de dois povoamentos nativos de candeia em duas condições de solo e altitudes, e se há influência da idade da árvore no rendimento em óleo essencial e teor de alfabisabolol.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Material e Métodos

5.2.1.1 Seleção das árvores e coleta de madeira

O material em estudo foi coletado na região do Sul do Estado de Minas Gerais, em Aiuruoca, na Fundação Matutu, localizada a 30 km do município de Baependi. A área está

localizada nas coordenadas de 21°58'23" de latitude sul e 44°44'35" de longitude oeste. A altitude média gira em torno de 1000 m. O clima, na classificação de Köppen é mesotérmico úmido do tipo Cwb, tropical de altitude, com verões suaves. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22 °C, a temperatura média anual varia entre 18 °C e 19 °C e a média anual de precipitação pluviométrica é da ordem de 1.400 mm. Os meses mais chuvosos correspondem a dezembro, janeiro e fevereiro, e as menores precipitações ocorrem em junho, julho e agosto. O local de estudo não apresentava histórico registrado de prática anterior de manejo das árvores de candeia. As árvores foram provenientes de duas partes distintas do candeial, em cambissolo, conforme a Figura 1.

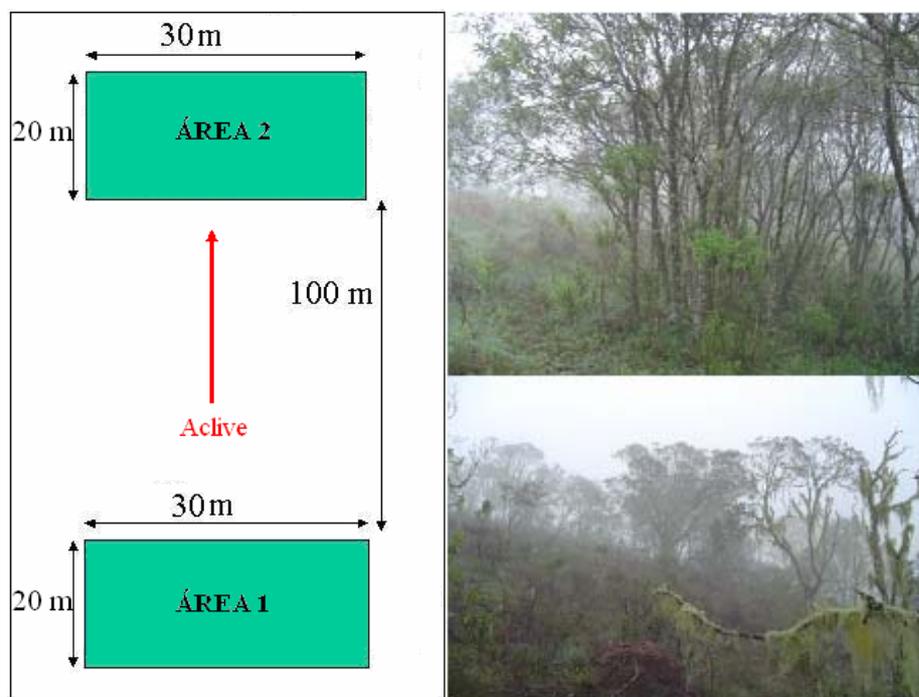


Figura 1 - Croqui da área (Área 1: 1000 m; Área 2: 1.100 m de altitude)

O tratamento 1 consistiu da coleta de amostras de madeira de árvores localizadas em área de baixada (Área 1), indicando uma provável melhor condição do solo para o desenvolvimento vegetal, comparada à área, localizada morro acima (Área 2). Foram abatidas cinco árvores para cada classe diamétrica e condição de solo, totalizando o corte de 30 árvores.

Com o auxílio da moto-serra as árvores foram coletadas (Figura 2) tendo como referência três classes diamétricas distintas, com medidas tomadas no DAP (Primeira classe: 5 à 10 cm; Segunda classe: 10,1 à 15,0 cm e Terceira classe: 15,1 à 20 cm). As alturas foram consideradas até a primeira bifurcação da árvore



Figura 2 - Medição do diâmetro das árvores e corte

O transporte da madeira foi realizado através de animais (Figura 3), devido à dificuldade de acesso na área até a estrada onde se encontrava um caminhão truck, que posteriormente conduziu as amostras para Carrancas – MG para o processamento das amostras.



Figura 3 - Transporte da madeira

5.2.1.2 Coleta e análise do solo

Após a identificação das duas áreas de estudo, em cada uma delas, distintamente, foram coletadas 15 amostras de solo, na camada de profundidade entre 0 e 20 cm. As 15 amostras foram misturadas para cada uma das áreas de estudos, resultando em 2 amostras compostas de solo (área 1 e Área 2), destinadas às análises químicas e físicas. (Figura 4)



Figura 4 - Amostragem do solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

As análises foram realizadas, seguindo metodologias de análise do solo descrita por FERREIRA et al. (2003) e SILVA et al. (1998). Consistiram na verificação da fertilidade do solo e do gradiente de retenção de água no solo a 0,02 atm e a 15 atm.

O preparo da amostra consistiu de secagem, destorroamento, separação das frações do solo por tamisação e homogeneização da fração menor que 2 mm, denominada terra fina seca ao ar (TFSA), usada para as seguintes determinações:

- pH do solo: foi medida a concentração efetiva de íons H^+ na solução de solo, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1:2,5.

- Fósforo, potássio, sódio e micronutrientes – para a extração desses elementos utilizou-se a metodologia de extração com solução de Mehlich 1 (também chamada de solução duplo-ácida ou de Carolina do Norte). Para os micronutrientes a relação solo: extrato sugerido foi de 1:5, enquanto para os demais elementos de 1:10. O fósforo extraído foi determinado espectroscopicamente. O potássio e o sódio trocável foram medidos usando o método direto pelo fotômetro de chama. Os micronutrientes Zn, Cu, Fé e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

- Cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al^{+3}) – o Ca e o Mg trocáveis foram extraídos por KCl 1N, em conjunto com o Al trocável, titulando-se numa fração do extrato o alumínio com NaOH, na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato, foram titulados o cálcio e o magnésio por complexometria com EDTA. Numa terceira alíquota, foi feita

a determinação de cálcio por complexometria com EDTA e ácido calconcarbônico como indicador.

- Hidrogênio + alumínio – a determinação extração da acidez potencial de solos foi efetuada com solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato.

- Valor SB (Soma de bases trocáveis): este é calculado em cmol/dm^3 de TFSA, de acordo com a equação 1:

$$\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ \quad (1)$$

- Valor de CTC (capacidade de troca catiônica): corresponde a soma das bases trocáveis mais a acidez potencial, é calculado em de TFSA, de acordo com a equação 2:

$$\text{CTC} = \text{SB} + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+} \quad (2)$$

- Valor de V (índice de saturação por bases): é calculado em percentagem (equação 3):

$$\text{V} = (100 \times \text{SB}) / \text{CTC} \quad (3)$$

- Valor de M (índice de saturação por alumínio trocável): também podendo ser chamado de percentual (%) de Al^{3+} , é calculado em percentagem de acordo com a equação 4:

$$\text{M} = (100 \times \text{Al}^{3+}) / (\text{SB} + \text{Al}^{3+}) \quad (4)$$

- Matéria orgânica: utilizado o método volumétrico pelo bicromato de potássio para sua determinação.

- Sulfato: o método baseou-se em marcha analítica proposta por VITTI (1989) citado por SILVA et al (1998).

- Retenção de água: Tomou-se uma amostra de solo inicialmente seca ao ar e que permitisse seu molhamento gradual por redução de sucção. Para cada sucção aplicada determinou-se a umidade da amostra correspondente.

5.2.1.3 Determinação da idade

- Preparo dos discos

Os discos obtidos da base das árvores foram trabalhados de maneira a eliminar as irregularidades deixadas pela moto-serra. Para tanto, foram utilizadas lixas d' água das seguintes granulações: 100, 150, 220, 320 e 400, mediante o auxílio de uma lixadeira mecânica.

As granulações de lixas mais grossas, foram usadas para uniformizar as irregularidades mais grosseiras. Já as granulações mais finas, foram usadas para um acabamento mais refinado, que possibilitou uma melhor visualização dos anéis de crescimento das árvores.

- Contagem dos anéis

O lixamento foi procedido pela contagem dos anéis da seguinte maneira: Primeiramente, uma reta marcando um diâmetro do disco foi traçada. Com o auxílio de uma lupa, o número de anéis de crescimento foi contado, obtendo-se, assim, a idade da árvore (Figura 5).



Figura 5 - Disco preparado para contagem dos anéis de crescimento

No caso dos discos que apresentavam forma muito diferente da circular, ou no caso de apresentarem defeitos, que não permitiram a aplicação desta metodologia, foram traçados raios em locais em que era possível a medição.

5.2.1.4 Extração do óleo essencial

Depois de selecionadas, as árvores foram derrubadas e seus troncos levados até a empresa Citrominas, em Carrancas – MG, onde passaram pelo processo de transformação em cavacos

conforme mostra a Figura 6, cuja granulometria foi aproximadamente 1 polegada. Após picadas, as amostras foram enviadas para a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP para as destilações.



Figura 6 – Sequência da transformação da madeira de candeia em cavacos

Para o isolamento do óleo essencial foi utilizado o método de destilação por arraste a vapor d'água com pressão, conforme a Figura 7.



Figura 7 - Esquema do destilador por arraste a vapor d'água

No método de destilação por arraste a vapor, amostras em forma de cavacos foram colocadas e destiladas em autoclave, à pressão de $2,0 \text{ kg/cm}^2$, durante 2,5 horas. O óleo e o vapor d'água proveniente da autoclave foram coletados mediante condensação à temperatura entre 50 e $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Após a destilação, o óleo foi recolhido e quantificado quanto ao seu rendimento em relação à massa de madeira. Foram realizadas 3 destilações por material avaliado, cujos óleos foram, em seguida, analisados por cromatografia gasosa (CG), para a determinação do teor de alfa-bisabolol.

No final de cada extração o óleo foi transportado para balão de separação para capela onde foram adicionados 12mL de diclorometano no hidrolato para que o óleo decantasse para o fundo do balão de separação, juntamente com o solvente. Após algumas agitações no balão e liberação dos vapores, a mistura água-óleo-diclorometano permaneceu em repouso por 24 horas. A mistura solvente-óleo foi então transferido para um recipiente de vidro com massa conhecida, deixando-se evaporar o solvente em temperatura a $45 \text{ }^\circ\text{C}$ (estufa de circulação de ar) durante 4 horas. Após foi determinado gravimetricamente o rendimento em óleo essencial da madeira de candeia.

5.2.1.5 Avaliação da qualidade do óleo (CG)

Esta etapa foi realizada no laboratório de Química, Celulose e Energia - LQCE do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. A caracterização do óleo foi feita em cromatógrafo gasoso (CG) tendo-se como padrão de referência o alfa-bisabolol. Visando a determinação desse componente a injeção de óleo se deu mediante sua diluição em éter, na proporção de 250 mg/L de solvente. A coluna utilizada foi a HP Ultra 2 (5% fenil-metil-siloxano, 25 m x 0,2 mm x 0,33 mm). O fluxo na coluna foi de 1 mL/min, a temperatura do injetor 250 °C, a temperatura inicial do forno de 45 °C por 2 min e a velocidade de aquecimento de 5 °C/min, até a temperatura de 280 °C. O volume injetado de amostra foi de 1,0 µl, e a razão split de 1:20. O gás de arraste utilizado foi o Hélio.

5.2.1.6 Análise Estatística

A fim de se reduzir os erros experimentais das estimativas dos efeitos de tratamentos, tornando-as mais exatas, efetuou-se a análise de covariância para ajustar os valores da idade das árvores. E o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis, rendimento em óleo essencial na madeira de candeia e teor de alfa-bisabolol contido no óleo.

O modelo estatístico utilizado (equação 5) foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta(x_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}, \quad (5)$$

em que:

Y_{ij} = observação relativa ao i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

μ = média geral;

t_i = efeito do i-ésimo tratamento;

β = coeficiente de regressão linear;

x_{ij} = covariável (idade) medida no i-ésimo tratamento na j-ésima repetição;

e_{ij} = erro experimental.

5.2.2 Resultados e Discussão

5.2.2.1 Análise do Solo

Os resultados de análise de solo são apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Fertilidade e Retenção de água no solo (Área 1: 1000 m; Área 2: 1100 m de altitude)

Fertilidade	Área 1	Área 2
pH (H ₂ O)	5,2	4,9
P (mg/dm ³)	1,2	0,6
K (mg/dm ³)	25	42
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,4	0,4
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,2	0,2
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,9	1,7
H + Al (cmol _c /dm ³)	6,3	9,8
SB (cmol _c /dm ³)	0,7	0,7
CTP (t) (cmol _c /dm ³)	1,6	2,4
CTC (T) (cmol _c /dm ³)	7,0	10,5
V (%)	9,5	6,8
M (%)	58	71
MO dag/kg	4,0	4,3
P-rem (mg/L)	10,9	9,9
Curva de Retenção de Umidade	Área 1	Área 2
15 atm (%)	10,70	11,19
0,02 atm (%)	53,03	40,56

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P – Na – K – Zn – Mn – Cu – Extrator Mehlich 1; Ca – Mg – Al – Extrator KCl 1N; H + Al Extrator: SMP; B – extrator água quente; S – Extrator – Fosfato monocálcico em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) – capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V= índice de saturação de bases; M = índice de saturação de alumínio; ISNa – índice de saturação de sódio; Mat. Orgânica (MO) – oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N ; P-rem= fósforo remanescente.

Ambas as áreas estudadas apresentam solos com baixa fertilidade, apesar de algumas distinções entre os mesmos. O solo da Área 2 apresentou menor teor de P e maior teor de K. O fósforo (P) é essencial para o crescimento das plantas, para completar seu ciclo normal de produção. Atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia,

na divisão celular, no crescimento das células e em vários processos da planta (VENTURIM et al., 2005). O potássio (K) também é um nutriente importante e que atua no metabolismo dos vegetais, pois em menor quantidade diminui o suprimento de carboidratos nas plantas (LOPES, 1989).

Quanto aos nutrientes secundários (Ca, Mg e S) não houve diferença entre os teores de dos mesmos nas duas áreas estudadas. No caso dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) não foram encontrados nem mesmo traços desses elementos em ambos os solos. Muitos nutrientes, por exemplo, Zn, Mn, Cu, Fe, Mo, Co, apresentam baixa ou nenhuma mobilidade no solo o que dificulta a sua absorção pelas plantas, principalmente durante os estádios de desenvolvimento em que as mesmas demandam altas quantidades de nutrientes, podendo, nesta situação, vir a comprometer a produtividade (BRAKEMEIER, 1999). O B (boro) ativa a enzima fosforilase do amido responsável pela síntese de amido, substância de reserva das sementes, raízes e colmos. Plantas deficientes em boro podem apresentar grãos leves, bem como menor pegamento de florada e formação de sementes, seca de ponteiros com morte de gema terminal, proporcionando a concentração do hormônio de crescimento (AIA) nas folhas e ramos, colaborando para o superbrotamento e o pequeno desenvolvimento radicular (FAVARIN e MARINI, 2000).

A capacidade de troca catiônica do solo (CTC) apresentou valores variando de 1,6 (área 1) e 2,4 (área 2). Segundo LOPES (1989) solos com CTC entre 1 e 10 apresentam um alto teor de areais, tendo maior predisposição para a lixiviação de nitrogênio e potássio e uma baixa capacidade de retenção de água. Isso pode ser confirmado pela textura arenosa-siltosa das áreas estudadas.

Os valores de matéria orgânica nas Áreas 1 e 2 foram respectivamente 4,0 e 4,3 e associados aos valores da CTC e do pH do solo, pode-se concluir que, no aspecto geral, ambas as áreas apresentam solo intemperizado. De acordo com SCHUMACHER *et al.*, (1999) a matéria orgânica possui correlação positiva com o P, K, Ca, Mg, CTC e V, como verificado em solos com alto teor de matéria orgânica e pH baixo, em região de altitude elevada. Logo, quanto maior o teor de matéria orgânica, maior o teor desses elementos no solo.

Nota-se também uma predominância de Al^{3+} nos solos, sendo este teor maior no solo da Área 2. Nestas condições a percentagem de saturação de cálcio, magnésio e potássio mostrou-se também baixa.

Observando a curva de retenção de água no solo, nota-se que o solo da Área 1, localizada na parte baixa da encosta apresenta maior valor que o solo da área superior da encosta (Área 2), sobretudo considerando-se a retenção de água a 0,02 atm.

Segundo LIMA (1986) com relação à retenção de água do solo em florestas pode-se afirmar que:

- Quanto maior o declive maior será o escoamento superficial, existindo uma estreita correlação entre a densidade da floresta e o escoamento, porém em floresta densa com a mesma declividade o escoamento superficial é menor.
- Nas encostas, com exposição Norte, ocorre um maior escoamento superficial. Isso se deve à alta insolação que acelera a decomposição e impede a formação de uma espessa camada de serapilheira.
- Nas florestas de folhosas, o escoamento superficial é ligeiramente menor que nas florestas de coníferas, embora nas coníferas ocorra formação de uma manta hidrofóbica. Esse menor escoamento ocorre em florestas que produzem manta densa e com boa estrutura. Em povoamentos jovens e com pouca manta na superfície do solo o escoamento é sensivelmente maior.
- Os solos arenosos permitem uma maior infiltração da água quando comparada aos solos argilosos.
- As queimadas influenciam diretamente no escoamento superficial, pois, além de eliminar os resíduos e a matéria orgânica, parece produzir substâncias hidrofóbicas que formam uma camada de impedimento para a água a uma pequena profundidade do solo.

De um modo geral, o solo da Área 2 é mais ácido, com maior saturação de alumínio trocável, maior capacidade de troca catiônica e maior acidez potencial que o solo da Área 1. Sem contar que, em termos de fertilidade e retenção de água, o solo da Área 1 apresenta-se em melhores condições de desenvolvimento das plantas que o solo da Área 2, mesmo este tendo um pouco mais de matéria orgânica e potássio. Os resultados da análise do solo das áreas estudadas foram semelhantes aos resultados apresentados por SCOLFORO (2007) em candeais de áreas manejadas da região Sul do estado de Minas Gerais.

5.2.2.2 Diâmetro e altura das árvores

Os valores individuais referentes ao diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores até a primeira bifurcação encontram-se no Apêndice A e os valores médios na Tabela 5.2:

Tabela 5.2 - Diâmetro e altura das árvores – Valores médios por tratamento

Área	CD	DAP/ CD		DAP/ Área		Altura /CD		Altura /Área	
		M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
1	1	6,80	23,01			1,64	20,38		
	2	11,50	6,87	11,7	12,34	1,53	15,60	1,47	14,86
	3	16,80	7,60			1,26	8,60		
2	1	6,90	17,30			1,83	32,43		
	2	11,30	10,65	11,6	13,15	1,40	20,97	1,56	23,49
	3	16,70	11,51			1,46	17,07		

Área 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CD: Classes de diâmetro: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV: Coef. Variação (%); M: média; DAP (cm); Altura (m)

Para a comparação das médias aplicou-se o Teste t Student. Os níveis de significâncias (0,5; 1; 5 e 10%) foram adotados pela Tabela T bilateral, usando-se o nível de probabilidade com mais restrição e menos restrição, conforme a variação amostral.

O diâmetro a altura do peito (DAP) e a altura das árvores da área A não diferem estatisticamente da área B pelo teste t Student ao nível de 10% de probabilidade.

5.2.2.3 Determinação da idade

As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam respectivamente o resumo da análise de variância da idade das árvores e os resultados dos valores médios por área e classe de diâmetro. Os valores individuais encontram-se no Apêndice F.

Tabela 5.3 – Análise de variância da idade das árvores de candeia

Fonte de Variação	GL	QM
Classe de diâmetro	2	120,73 *
Área	1	1.385,66*
Resíduo	23	20,21
CV	14,35	

GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV (%): coeficiente de variação; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que a idade das árvores de candeia estudadas, foi significativa para as Áreas 1 e 2, e para as classes de diâmetro ao nível de 5% de probabilidade, sendo considerados seus valores estatisticamente diferentes.

Tabela 5.4 – Valores médios de idade das árvores por classe de diâmetro e por tratamento

Área	CD	Idade/ CD		Idade/ Área	
		M	CV	M	CV
1	1	34 c	20,64	39,8 a	18,75
	2	40 b	12,73		
	3	45 a	9,26		
2	1	34 c	11,41	25 b	11,21
	2	40 b	12,03		
	3	45 a	6,04		

Área 1 = 1000 m e Área 2 = 1100 m (tratamentos); CD: Classes de diâmetro: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV = Coef. Variação (%); As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teste Tukey, para comparação das médias das idades de cada classe de diâmetro, mostrou que as árvores das classes de diâmetro maiores (classe 3) foram as que apresentaram maiores idades. Em termos estatísticos as árvores das classes 1 e 2, em ambos os tratamentos, podem ser consideradas iguais.

O tratamento 1, correspondendo as árvores coletadas na área de baixada foi o que apresentou árvores com maior idade, comparativamente as árvores do tratamento 2, correspondente a área de maior altitude.

5.2.2.4 Rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol

Os dados individuais do rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e o seu teor de alfa-bisabolol são apresentados no Apêndice E, enquanto seus valores médios e estatísticos são apresentados conforme as tabelas 5.5 e 5.6.

Tabela 5.5 - Resumo da análise de variância do rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol

	Fonte de Variação	GL	QM
Rendimento	Classe de diâmetro	2	$0,62 \times 10^{-2}$
	Área	1	0,12
	Idade	1	0,75
	Resíduo	22	$0,82 \times 10^{-1}$
	CV	56,47	
Teor de alfa-bisabolol	Classe de diâmetro	2	130,30
	Área	1	164,78
	Idade	1	2,65
	Resíduo	22	154,49
	CV	19,56	

Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); CV: Coeficiente de Variação (%); GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se que o rendimento não foi significativo para os tratamentos e não significativo para as classes de diâmetro, ao nível de 5% de probabilidade. O teor e alfa-bisabolol não apresentou diferença significativa entre as áreas, sendo as classes de diâmetro consideradas estatisticamente iguais.

Tabela 5.6 - Rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol - Valores médios por área e classe de diâmetro (%)

	Área	CD	Média/CD		Média/Área	
			M	CV	M	CV
Rendimento	1	1	0,32	38,03	0,67 a	56,47
		2	0,74	56,06		
		3	1,05	50,88		
	2	1	0,49	37,27	0,37 a	19,56
		2	0,35	50,68		
		3	0,30	28,38		

Tabela 5.6 - Rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol - Valores médios por área e classe de diâmetro (%) (conclusão)

Alfa-bisabolol	1	1	63,4	10,57	58,88 a	27,46
		2	50,1	31,99		
		3	59,8	16,89		
	2	1	71,6	11,35	67,23 a	23,70
		2	69,7	12,93		
		3	60,4	31,43		

Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; CD: Classes de diâmetro 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); M: média; CV: coeficiente de variação (%); As médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento em óleo essencial da madeira de candeia das árvores da Área 1 foram iguais aos da Área 2 pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Para o teor de alfa-bisabolol, as Áreas 1 e 2 são consideradas estatisticamente iguais ao nível de 5 % de probabilidade. No caso do óleo essencial extraído da madeira de candeia no presente trabalho, os valores variaram entre 58,88% (para Área 1) e 67,23% (para a Área 2), conforme pode ser verificado na tabela 5.6.

GALDINO et al., (2003), ao considerar o teor de alfa-bisabolol, observou diferenças importantes nos seus teores, ao se analisar a variação de lotes dentro de materiais identificados com candeia amarela que variou entre 63,10% a 72%. SIQUEIRA (2002), verificou por cromatografia gasosa-MS que o componente do óleo que se apresenta em maior proporção foi o alfa-bisabolol (66,11%).

5.2.2.5 Influência da Idade no Rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e teor de alfa-bisabolol

A influência da idade no rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e o teor de alfa-bisabolol podem ser observados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Coeficiente de correlações de Pearson entre a idade com o rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e seu teor de alfa-bisabolol

Variável	Idade
Rendimento em óleo essencial	0,652**
Teor de alfa-bisabolol	-0,347*

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

Observando-se a Tabela 5.7, nota-se que, para as árvores estudadas, a idade apresentou correlação significativa com o rendimento em óleo essencial da madeira de candeia e com o teor de alfa-bisabolol contido no óleo.

O rendimento em óleo essencial apresentou uma correlação positiva com a idade, ou seja, quanto maior a idade das árvores de candeia, maior será o rendimento em óleo essencial. O teor de alfa-bisabolol apresentou uma correlação negativa com a idade, significando que quanto maior a idade das árvores de candeia, menor será a porcentagem do teor de alfa-bisabolol contido no óleo essencial.

5.3 Conclusão

Qualitativamente os solos das áreas estudadas são muito similares, de baixa fertilidade, com baixo pH e baixa capacidade de retenção de água, fatores esses que afetam o desenvolvimento da planta. O rendimento de óleo e o teor de alfa bisabolol não apresentaram diferenças considerando-se as madeiras das árvores das áreas e classes diamétricas estudadas. Por outro lado, quanto maior a idade, maior o rendimento em óleo essencial, enquanto que quanto menor a idade da árvore maior foi o teor de alfa-bisabolol contido no óleo obtido.

Referência

BRAGA, N. C. **Os óleos essenciais no Brasil: estudo econômico.** Rio de Janeiro. Instituto de óleos, 1971. 158p.

BRAGA, N. P. **Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora*.** 2002. 151p. Dissertação de(Mestrado na área de Engenharia química)– Faculdade de Engenharia e Química - Universidade Estadual de Campinas, 2002.

BRAKEMEIER, C. O adubo vem por cima. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 2, p.15-16 mar.1999.

CARDOSO, M.G.; GAVILANES, M.L.; MARQUES, M.C.S.; SHAN, A.Y.K.V.; SANTOS, B. R.; OLIVEIRA, A.C.B.; BERTOLUCCI, V.K.S.; PINTO, A.P.S. **Óleos essenciais**. Lavras: UFLA/PROEX, 2000. 42 p. (Boletim de Extensão, 73).

CARNEIRO, M.A.A.; FERNANDES, G.W.. Sexo, drogas e herbivoria. **Ciência Hoje, São Paulo**, v.20, n.118, p. 34-39, 1996.

COSTA, A.F. **Elementos da flora aromática**. Lisboa: Junta de Investigações Científicas do Ultramar, 1975. 187 p.

DE LA CRUZ, M.G.F. **Plantas medicinais utilizadas por raizeiros: uma abordagem etnobotânica no contexto da saúde e doença, Cuiabá, Mato Grosso**. Cuiabá, 1997. 251p. Dissertação de(Mestrado Saúde e Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso/ISC), 1997.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. Importância dos micronutrientes para a produção de grãos. **Sociedade Nacional de Agricultura. Junho/2000**.Disponível em: <http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm> Acesso em: mar. 2007.

FOEKEL, C.E.B. **Constituição química da madeira**. Viçosa: CENIBRA/UFV, 1977. 60p.

FERREIRA, M.M.; JÚNIOR, M.S.D.; MESQUITA, M.G.B.F.; ALVES, E.A.B.F. **Física do Solo** Lavras: Editora UFLA, 2003. 79p.

GALDINO, A.P.P.; BRITO, J.O.; GARCIA, R.F.; SCOLFORO, J.R. Estudo sobre o rendimento e a qualidade do óleo essencial de candeia (*Eremanthus* sp) e a influência das diferentes origens da sua madeira.In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS – DIGNÓSTICOS E PERSPECTIVAS,2003. Campinas **Anais** nov. 2003. pg. 31.

GUENTHER, E. The production of essential oil: methods of distillation on, effleurage, maceration, and extraction with volatile solvents, In: GUENTHER, E. **The essential oils**. 2nd ed. New York: Robert E. Krieger, 1972. v. 1.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. 241p.

LOPES, A.S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS., 1989. 155 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

PEREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) Mac. Leish)**. 71p. 2001. Dissertação de (Mestrado na área de Ciências Florestais)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

PEREIRA, A.A.S. **Nutrição e adubação de candeia**. Lavras: UFLA, 1998. 22p. (Monografia).

SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; ZANCAN, V. **Caracterização física e química de um solo em uma área de campo nativo, destinada ao plantio de *Pinus taeda* L.** Santa Maria : UFSM, CCR, Dep. Ci. Fl., 1999. 37 p.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C.; MELLO, J. M.; ACERBI JUNIOR, F. W. **Manejo sustentado da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch e *Eremanthus incanus* (Less.) Less.)**. disponível em : http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/relatorio_projeto.pdf acesso em: nov 2007 (Relatório Técnico) Científico

SIQUEIRA, D. Caracterização química da casca e madeira de Candeia (*Eremanthus erythropappus*). Lavras : UFLA, 2002. .(Monografia.) 21p.

SILVA, F.C.; EIRA, P.A.; BARRETO, W.O.; PÉREZ, D.V.; SILVA, C.A.. **Manual de métodos de análises químicas para a avaliação da fertilidade do solo** –: Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1998. 56p.

TEIXEIRA, M.C.B.; NUNES, Y.R.F.; MAIA, K.M.P.; RIBEIRO, R.N. Influência da luz na germinação de sementes de candeia (*Vallinosmopsis erythropappa* Schuht. Bip). In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICA, 228., 1996. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SSB. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 1996. p. 35-41.

VENTURIN N., SOUZA, P.A. de, MACEDO, R.L.G. de; NOGUEIRA, F.D. Adubação Mineral da Candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 2, p. 211-219 mai./ago. 2005.

VITTI, A.M.S.; BRITO, O. J. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: ESALQ. 2003. 26p. (Documentos Florestais).

APÊNDICES

APÊNDICE A - Diâmetro e altura das árvores – Valores individuais e médios por classe de diâmetro

Área	Classe Diâmetro	Árvore	DAP (cm)	Altura (m)
1	1	1	5,5	1,75
		2	6,0	1,90
		3	6,5	1,90
		4	6,5	1,10
		5	9,5	1,55
	2	1	10,5	1,45
		2	11,0	1,65
		3	11,5	1,65
		4	12,0	1,15
		5	12,5	1,75
	3	1	15,5	1,25
		2	15,5	1,40
		3	17,5	1,25
		4	17,5	1,30
		5	18,0	1,10
2	1	1	5,5	1,34
		2	6,0	1,32
		3	7,0	1,56
		4	7,5	2,37
		5	8,5	2,57
	2	1	10,0	1,15
		2	10,0	1,40
		3	12,0	1,30
		4	12,0	1,25
		5	12,5	1,90
	3	1	15,0	1,44
		2	15,0	1,10
		3	16,0	1,40
		4	18,5	1,77
		5	19,0	1,60

Trat.1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm);

APÊNDICE B - Densidade básica da madeira de candeia

Área	Classe Diâmetro	Arvore	Densidade básica (g/cm ³)
1	1	1	0,705
		2	0,712
		3	0,822
		4	0,724
		5	0,762
	2	1	0,795
		2	0,659
		3	*
		4	*
		5	0,786
	3	1	0,725
		2	*
		3	0,796
		4	0,729
		5	0,684
2	1	1	0,661
		2	0,694
		3	0,669
		4	0,725
		5	0,724
	2	1	0,670
		2	0,697
		3	0,664
		4	0,627
		5	0,700
	3	1	0,713
		2	0,749
		3	0,657
		4	0,677
		5	0,673

Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); * repetição perdida

APÊNDICE C – Valores individuais para os dados biométricos dos elementos anatômicos.

Área	CD	Árvore	FQVA	DVAS	PONT	HRAIO	LRAIO	FQRAIO	CFIB	EPCF
1	1	1	13,83	47,56	3,09	127,51	18,93	5,37	598,86	4,30
		2	11,21	58,10	3,62	144,16	16,03	7,92	604,75	4,29
		3	13,96	56,40	4,48	125,96	14,23	9,74	690,52	4,57
		4	13,96	49,54	3,73	114,68	11,56	6,88	612,41	3,85
		5	13,96	59,01	3,16	140,98	19,22	6,72	613,02	4,43
	2	1	11,71	54,47	3,20	112,56	16,98	8,90	467,04	4,19
		2	*	*	*	*	*	*	*	*
		3	*	*	*	*	*	*	*	*
		4	14,21	80,59	4,01	135,33	15,92	6,04	597,97	4,12
		5	15,58	58,12	3,72	90,19	16,48	8,23	525,70	4,30
	3	1	14,45	69,27	3,13	98,81	11,74	7,89	585,71	4,06
		2	*	*	*	*	*	*	*	*
		3	13,96	56,46	3,43	137,29	18,51	7,05	706,72	5,28
		4	12,83	72,18	3,70	132,65	15,50	6,38	610,78	4,63
		5	8,72	69,44	3,86	116,24	15,00	6,72	599,77	4,86
2	1	1	28,63	60,98	2,98	99,00	14,84	6,23	587,93	3,88
		2	25,88	63,89	3,95	122,65	15,84	5,84	598,36	4,23
		3	29,66	59,28	3,69	97,89	13,92	4,84	562,00	4,78
		4	28,04	68,17	2,85	133,13	17,18	6,38	609,40	4,39
		5	20,44	72,93	3,14	104,90	15,92	7,89	584,12	4,15
	2	1	16,20	80,71	2,91	137,05	14,74	6,04	660,40	5,45
		2	26,29	54,85	2,56	146,66	15,85	6,88	526,09	4,77
		3	28,78	62,53	2,81	181,91	18,51	6,42	582,80	4,79
		4	23,95	76,94	3,93	144,39	19,93	7,93	523,68	4,13
		5	18,86	78,39	2,98	159,74	15,97	7,00	567,99	5,22
	3	1	29,78	66,96	3,55	173,52	23,09	8,06	580,10	4,48
		2	20,93	88,02	3,13	184,25	27,05	6,64	601,24	4,87
		3	23,87	74,48	2,99	167,95	24,94	7,35	534,55	4,86
		4	27,79	69,46	3,11	136,87	17,96	6,04	673,36	5,21
		5	25,86	73,93	3,85	145,90	22,95	7,32	645,99	4,67

Área 1: 1.000m e Área 2: 1.100m; CD: classe de diâmetro (1: 5,0-10,0 cm, 2: 10,1-15,0 cm 3: 15,1-20,0 cm); FQVA: frequência de vasos (N°/mm^2); DVAS: diâmetro do vaso(μm); PONT: pontoações (μm); HRAIO: altura do raio (μm); LRAIO: largura do raio (μm); FQRAIO: frequência de raios (N°/mm^2); CFIB: comprimento da fibra (μm); EPCF: espessura da parede celular da fibra (μm). *repetição perdida.

APÊNDICE D - Composição química - Valores individuais e médios por classe de diâmetro (%)

Área	Classe Diâmetro	Árvore	Extrativos totais	Lignina	Cinzas
1	1	1	17,91	21,98	0,448
		2	20,68	25,17	0,548
		3	18,09	26,69	0,458
		4	20,09	22,92	0,504
		5	17,72	27,53	0,390
	2	1	22,97	26,93	0,452
		2	17,36	28,48	0,348
		3	*	*	*
		4	*	*	*
		5	16,13	20,94	0,497
	3	1	16,99	27,22	0,558
		2	*	*	*
		3	15,14	26,36	0,488
		4	15,25	28,14	0,341
		5	16,43	28,65	0,371
2	1	1	17,91	25,49	0,682
		2	14,10	24,32	0,443
		3	19,81	26,05	0,472
		4	19,70	27,71	0,530
		5	16,11	29,78	0,514
	2	1	16,23	27,59	0,522
		2	15,65	27,49	0,383
		3	17,89	28,00	0,679
		4	13,35	24,86	0,566
		5	14,78	31,05	0,680
	3	1	14,08	27,20	0,408
		2	15,78	25,47	0,373
		3	14,27	26,43	0,417
		4	14,04	31,20	0,504
		5	14,39	25,39	0,385

Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); * repetição perdida.

APÊNDICE E - Rendimento em óleo essencial e teor de alfa-bisabolol - Valores individuais e médios por classe de diâmetro (%)

Área	Classe Diâmetro	Arvore	Rendimento	Alfa-bisabolol
1	1	1	0,19	55,1
		2	0,46	61,5
		3	0,38	60,9
		4	0,20	72,8
		5	0,40	67,0
	2	1	0,28	62,8
		2	0,86	55,3
		3	*	*
		4	*	*
		5	1,09	32,1
	3	1	1,68	62,1
		2	*	*
		3	0,42	65,5
		4	0,88	45,0
		5	1,23	66,8
2	1	1	0,37	74,7
		2	0,29	57,3
		3	0,75	76,6
		4	0,58	73,0
		5	0,44	76,5
	2	1	0,54	81,6
		2	0,49	74,6
		3	0,39	63,9
		4	0,14	69,8
		5	0,19	58,5
	3	1	0,43	81,1
		2	0,27	31,9
		3	0,31	74,0
		4	0,27	56,7
		5	0,20	58,4

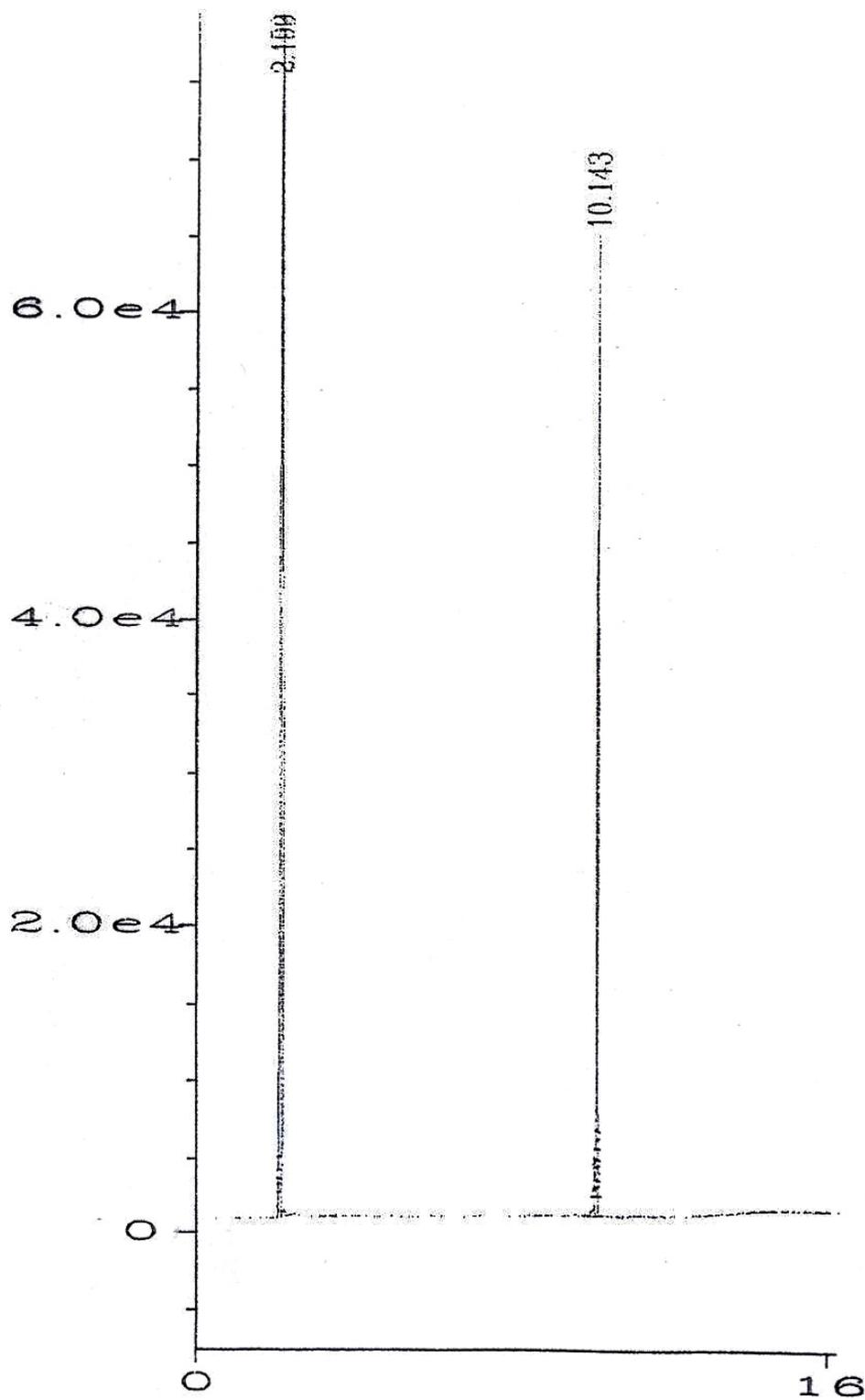
Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); * amostra perdida.

APÊNDICE F – Idade das Árvores - Valores individuais e médios por classe de diâmetro (%)

Tratamento	Classe de diâmetro	Árvore	Idade (anos)
1	1	1	36
		2	23
		3	39
		4	31
		5	40
	2	1	36
		2	46
		*	*
		*	*
		5	39
	3	1	48
		*	*
		3	39
		4	47
		5	47
2	1	1	20
		2	23
		3	26
		4	27
		5	24
	2	1	26
		2	20
		3	27
		4	24
		5	22
	3	1	30
		2	27
		3	26
		4	26
		5	27

Trat. 1 = 1000 m e 2 = 1100 m; Classes: 1 (5,0-10,0 cm), 2 (10,1-15,0 cm), 3 (15,1-20,0 cm); * repetição perdida.

APÊNDICE G - Cromatograma – CG-MS da solução de Alfa-bisabolol



Cromatograma do padrão alfa-bisabolol (10,143) e do solvente (2,199)

