

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”



ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTO

**ANDREA M. SILVEIRA VITTI
JOSÉ OTÁVIO BRITO**

**Documentos Florestais, Nº 17, Agosto de 2003
ISSN 0103-4715**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”**

ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTO

Andrea M. Silveira Vitti
José Otávio Brito

AUTORES

ANDRÉA M. SILVEIRA VITTI

Engenheira Florestal

Mestre em Ciências Florestais pela ESALQ/USP

Área de óleos essenciais de eucalipto

E-mail: andreavitti@acinet.com.br

JOSÉ OTÁVIO BRITO

Engenheiro Florestal

Professor Titular da ESALQ/USP

Área da química da madeira e de produtos florestais não-madeireiros

E-mail: jotbrito@esalq.usp.br

INSTITUIÇÕES COLABORADORAS

As seguintes instituições colaboraram para tornar possível a elaboração desta obra:

- Destilaria Três Barras, SP
- Dieberger Óleos Essenciais, SP
- Sintagro, MG
- Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Essenciais, SP
- Instituto Agrônomo de Campinas, SP
- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, SP

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução	01
2. Definições básicas sobre óleos essenciais	01
3. Classificação dos óleos essenciais de eucalipto	05
4. Fatores de influência na produção e qualidade do óleo essencial de eucalipto	07
4.1. Variabilidade genética	07
4.2. Idade da folha	08
4.3. Ambiente	10
4.4. Métodos de amostragem, extração e análise do óleo	11
4.5. Manejo da cultura	11
5. Principais espécies de eucalipto produtoras de óleo essencial no Brasil	14
5.1. <i>Eucalyptus citriodora</i>	14
5.2. <i>Eucalyptus globulus</i>	15
5.3. <i>Eucalyptus staigeriana</i>	17
6. Manejo florestal para produção de óleo essencial de eucalipto	19
6.1. Sistema tradicional	19
6.2. Sistema mecanizado	23
7. Extração do óleo essencial	24
8. Caracterização e qualidade do óleo essencial de eucalipto	27
9. Mercado mundial do óleo essencial de eucalipto	29
10. Óleo essencial de eucalipto no Brasil	32
11. Referências bibliográficas	35

1. Introdução

O conhecimento sobre óleos essenciais de plantas data desde alguns séculos antes da era cristã. 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 os óleos essenciais deu-se em meados do século XVIII, quando se iniciaram os estudos para suas caracterizações químicas. Atualmente é bastante grande 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.

O interesse do homem pelo óleos essenciais está baseado na possibilidade da obtenção de compostos aromáticos, os quais, de uma forma ou de outra, fazem parte do nosso dia a dia. Muitos desses compostos são atualmente obtidos sinteticamente, por razões econômicas, por dificuldades na continuidade na obtenção das plantas produtoras, bem como pelo interesse na obtenção de novos componentes aromáticos. Contudo, a busca pelo naturalismo tem feito crescer a demanda pelo produtos originais obtidos diretamente das plantas. Além do mais, há dificuldades para que os aromas sintéticos se aproximem da perfeição dos aromas naturais.

2. Definições básicas sobre óleos essenciais

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, óleos etéreos ou simplesmente essências, são definidos pela International Standard Organization (ISO) como produtos obtidos de partes das plantas, através da destilação por arraste com vapor d'água, bem como produtos obtidos por expressão dos pericarpos de frutos cítricos. São misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (Simões e Spitzer, 1999). As denominações dadas a estes óleos são devidas às suas características físico-químicas. São considerados óleos por serem, geralmente, líquidos de aparência oleosa à temperatura ambiente; por apresentarem volatilidade, recebem ainda o nome óleos voláteis; e são chamados de essências, devido ao aroma agradável e intenso da maioria de seus representantes. A denominação óleos etéreos é referente ao fato dos mesmos serem solúveis em solventes orgânicos apolares, como o éter.

Outras características que podem ser identificadas nos óleos essenciais são:

- sabor: geralmente acre (ácido) e picante;
- cor: quando recentemente extraídos, os óleos são geralmente incolores ou ligeiramente amarelados; poucos são aqueles que apresentam cor, como o óleo volátil de camomila, que tem coloração azulada;
- estabilidade: normalmente os óleos essenciais são instáveis, principalmente na presença de ar, luz, calor, umidade e metais;
- a maioria dos óleos essenciais possui índice de refração e são opticamente ativos, propriedades estas usadas na sua identificação e controle da qualidade.

Uma gama bastante ampla de constituintes químicos pode ser identificada nos óleos essenciais, havendo referências da presença de hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos,

ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas etc. Entre os constituintes do óleo essencial, alguns apresentam maior concentração, e são conhecidos como componentes principais. Aqueles que se apresentam em baixíssimas concentrações são conhecidos por componente traço. Como exemplo temos o 1,8-cineol ou eucaliptol, que é o componente principal do óleo de *Eucalyptus globulus*, apresentando concentração média de 80 %, no entanto, este componente também está presente no óleo de bergamota como componente traço, com concentração em torno de 0,002 %. O componente principal é o constituinte desejado e o fator pelo qual ocorre a exploração econômica das plantas produtoras de óleo.

Os óleos das folhas de eucalipto são formados por uma complexa mistura de componentes, envolvendo de 50 a 100 ou até mais compostos orgânicos voláteis, dentre os quais destacam-se hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e esters (Doran, 1991).

De acordo com Simões e Spitzer (1999), os óleos essenciais são geralmente produzidos por estruturas secretoras especializadas, tais como: pêlos glandulares, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas específicas. Tais estruturas podem estar localizadas em algumas partes específicas ou em toda a planta. Assim, podemos encontrar os óleos essenciais em: na parte aérea, como na menta; nas flores, como é o caso da rosa e do jasmim; nas folhas, como ocorre nos eucaliptos e no capim-limão; nos frutos, como na laranja e no limão; na madeira, como no sândalo e no pau-rosa; nas cascas do caule, como ocorre nas canelas; nas raízes, como se observa no vetiver; nos rizomas, como no gengibre; nas sementes, como na noz moscada. Os autores comentam ainda que os óleos essenciais obtidos de diferentes órgãos de uma mesma planta podem apresentar composição química, caracteres físico-químicos e odores distintos.

Os óleos essenciais provenientes do eucalipto ocorrem, principalmente, nas folhas, onde são produzidos em pequenas cavidades globulares, chamadas glândulas. Estas encontram-se distribuídas em todo parênquima foliar da maioria das espécies de eucalipto. Em algumas espécies, estas glândulas podem ser visualizadas como pequenos pontos translúcidos quando a folha é observada contra a luz. A origem biossintética dos óleos essenciais de eucalipto relaciona-se com o seu metabolismo secundário, que não é considerado como fundamental para a manutenção da vida do organismo, porém, confere às plantas a capacidade de adaptação às condições do meio em que vive. No caso dos eucaliptos, especificamente, as referências são as de que a ocorrência do óleo essencial estaria relacionada com a defesa da planta contra insetos, resistência ao frio quando no estágio de plântulas, ao efeito alelopático e à redução da perda de água, resultados estes que dependem ainda da realização de estudos mais comprobatórios (Doran, 1991).

3. Classificação dos óleos essenciais de eucalipto

Entre as aproximadamente 600 espécies de eucalipto descritas, pouco mais de 200 foram examinadas com relação à produção e ao teor de óleo essencial, e menos de 20 têm sido citadas como usadas na exploração comercial (Penfold e Willis, 1961; Lassak, 1988; e Doran, 1991). Segundo esses autores, os óleos essenciais de eucalipto estão divididos, basicamente, em três grupos principais, em função do seu uso final, quais sejam: óleos medicinais, óleos industriais e óleos para perfumaria. As principais espécies de eucalipto produtoras de óleo estão relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1: Principais espécies de eucalipto utilizadas para produção de óleo essencial

Espécies	Componente Principal		Rendimento
	Nome	Teor (%)	(%)*
Óleos medicinais			
<i>E. camaldulensis</i>	Cineol	80-90	0,3-2,8
<i>E. cneorifolia</i>	Cineol	40-90	2,0
<i>E. dives</i> (var. <i>cineol</i>)	Cineol	60-75	3,0-6,0
<i>E. dumosa</i>	Cineol	33-70	1,0-2,0
<i>E. elaeophara</i>	Cineol	60-80	1,5-2,5
<i>E. globulus</i>	Cineol	60-85	0,7-2,4
<i>E. leucoxyton</i>	Cineol	65-75	0,8-2,5
<i>E. oleosa</i>	Cineol	45-52	1,0-2,1
<i>E. polybractea</i>	Cineol	60-93	0,7-5,0
<i>E. radiata</i> subesp. <i>radiata</i> (var. <i>cineol</i>)	Cineol	65-75	2,5-3,5
<i>E. sideroxyton</i>	Cineol	60-75	0,5-2,5
<i>E. smithii</i>	Cineol	70-80	1,0-2,2
<i>E. tereticornis</i>	Cineol	45	0,9-1,0
<i>E. viridis</i>	Cineol	70-80	1,0-1,5
Óleos industriais			
<i>E. dives</i> (var. <i>felandreno</i>)	Felandreno	60-80	1,5-5,0
<i>E. dives</i> (var. <i>piperitona</i>)	Piperitona	40-56	3,0-6,5
<i>E. elata</i> (var. <i>piperitona</i>)	Piperitona	40-55	2,5-5,0
<i>E. radiata</i> subesp. <i>radiata</i> (var. <i>felandreno</i>)	Felandreno	35-40	3,0-4,5
Óleos para perfumaria			
<i>E. citriodora</i> (var. <i>citronelal</i>)	Citronelal	65-80	0,5-2,0
<i>E. macarthurii</i>	Ac. de geraniol	60-70	0,2-1,0
<i>E. staigerana</i>	Citral (a+b)	16-40	1,2-1,5

* Rendimento base de peso de folha fresca.

Fonte: Lassak (1988) e Doran (1991)

Os óleos medicinais são aqueles que apresentam como componente principal o cineol, em quantidade mínima de 70 %, e são destinados à fabricação de produtos farmacêuticos (inalantes, estimulante de secreção nasal, produtos de higiene bucal ou, simplesmente, com função de dar sabor e aroma aos medicamentos). A principal espécie produtora deste tipo de óleo no Brasil é o *Eucalyptus globulus*, havendo também algumas referências de extração a partir do *Eucalyptus smithii*. Os óleos industriais têm como componente principal o felandreno, que é usado com solvente e matéria prima na produção de desinfetantes e desodorizante, e a piperitona, a partir da qual é fabricado o timol (preservativo para gomas, pastas, colas etc) e o mentol (usado como aromatizante de produtos medicinais). No Brasil, não ocorre uma exploração intensiva de espécies que produzem este tipo de óleo. Os óleos de eucalipto também estão presentes nas indústrias de perfumaria, fazendo parte da composição de perfumes para diversos fins, sendo mais usado nos produtos de limpeza, como sabões e desinfetantes. O *Eucalyptus citriodora* é a principal espécie explorada no Brasil para a produção deste tipo de óleo, apresentando como componente principal o citronelal. O *Eucalyptus staigeriana* também pertence a este grupo e é cultivado em pequena escala no País, sendo o citral o seu principal componente químico.

4. Fatores de influência na produção e qualidade do óleo essencial de eucalipto

São vários os fatores que têm sido citados por exercerem influência na obtenção de óleos essenciais de eucalipto. Os mais típicos são: a variabilidade genética, a idade da folha, as condições ambientais, o tipo de manejo florestal, e os métodos utilizados para amostragem das folhas, os processos de extração e de análise do óleo.

4.1. Variabilidade genética

A variabilidade genética, de forma geral, é considerada um instrumento valioso para a realização de trabalhos de melhoramento, visando o incremento na produção de óleo e o aumento da quantidade do componente químico desejado. Ela tem sido um fator bastante estudado e, talvez, o que apresenta o maior número de referências de resultados, em se tratando de óleos essenciais de eucalipto. Alguns estudos fazem referências de ganhos significativos na produção de determinadas espécies.

Donalísio (1986) menciona que trabalhos de melhoramento realizados com *E. citriodora* permitiram ganhos de rendimento de óleo, em torno de 1 %, o que significa cerca de 10 kg de óleo a mais para cada tonelada de folha destilada. Barton et al. (1991) estudando *E. kochii*, observou que, em populações naturais da espécie, o rendimento em óleo era de 2 %, enquanto que, na população melhorada, o valor saltou para de 2,8 %, ou seja, 8 kg de óleo a mais por tonelada de folha destilada. Além disso, relata a possibilidade de se obter aumento no teor de cineol, mediante a seleção de material genético.

Trabalhando com materiais introduzidos no Brasil, Vitti (1999) observou a ocorrência de comportamentos distintos na produção de biomassa foliar, rendimento em óleo e teor de citronelal, entre grupos de procedências de *E. citriodora* com origem norte e sul do Estado de Queensland, Austrália, e raças locais cultivadas no Brasil. O grupo de origem norte australiana apresentou as maiores médias, tornando-se o mais indicado para a produção de óleo essencial na região de Itatinga, Estado de São Paulo. O autor conclui ser possível aumentar-se a produção de óleo e de citronelal por meio de seleção de procedências de sementes.

Doran (1991) em revisão realizada sobre o tema, comenta que existiria uma maior variação genética natural no rendimento em óleo essencial do que em relação à sua composição química. Com isso, segundo o autor, seria mais fácil trabalhar-se geneticamente no sentido do aumento da quantidade de óleo presente nas folhas do que na tentativa de se obter um maior teor do componente químico desejado no óleo. Esta afirmação, no entanto, deve ser analisada com bastante cautela, sobretudo, no sentido de não haver a interpretação florestal de que a qualidade do óleo não deva ser considerada nos trabalhos de melhoramento. Tal avaliação é sempre necessária, para a garantia da seleção de um óleo com propriedades cada vez mais adequadas ao uso final.

Além da possibilidade da seleção de materiais que apresentem maior rendimento em óleo e maior teor do componente principal, a variabilidade genética das espécies produtoras de óleo de eucalipto pode ainda ser usada em chaves de identificação de espécies, sub-espécies e/ou variedades, segundo Brooker, et al. (1988) e Doran (1991).

4.2. Idade da folha

De um modo geral, para as espécies de eucaliptos produtoras de óleo, observa-se a presença de glândulas desde o início do desenvolvimento das folhas, existindo a expectativa de que os teores e as características do produto obtido variem com a evolução da idade das mesmas.

Na tentativa de permitir uma melhor compreensão sobre o assunto, Penfold e Willis (1961) propõem a existência de 5 tipos morfológicamente distintos de folhas durante o tempo de vida da árvore, cada um correspondendo a um estágio de desenvolvimento. Desse modo, na planta poderiam existir:

- folhas cotiledonares;
- folhas de plântulas, num total aproximado de 5 a 10 pares de folhas acima dos cotilédones;
- folhas juvenis, que apresentam características morfológicas diferentes das folhas adultas e podem persistir por alguns anos;
- folhas intermediárias, que ocorrem numa transição gradual entre os estágios 3 e 5, e
- folhas adultas, que são a maioria das folhas de uma árvore madura.

Ainda segundo os autores, tais fases ocorreriam de formas bem distintas, e não deveriam ser confundidas com a idade fisiológica da folha. Neste caso, seriam chamadas de "folhas jovens", aquelas que apresentam idade de aproximadamente um mês ou menos, e, em geral, estão localizadas nas extremidades; as "folhas maduras" seriam aquelas com idade de aproximadamente 6 meses e as "folhas velhas" estariam situadas entre 12 e 18 meses de idade. Ainda segundo Penfold e Willis (1961), a média de vida normal das folhas de eucalipto é de aproximadamente 18 meses, o que pode estar sujeito a uma ampla variação, existindo folhas que permanecem somente poucos meses, nos casos de espécies de crescimento rápido, e por 3 a 4 anos, no caso das espécies de crescimento mais lento.

Boland et al. (1982) relatam que para o *E. delegatensis*, o rendimento de óleo de folhas de plântulas é invariavelmente muito menor que os observados nas demais outras fases. Afirma ainda que a comparação entre as fases juvenil, intermediária e a adulta são inconstantes e parecem depender muito da espécie. Por outro lado, Mwangi et al. (1981) trabalhando com amostras de folhas de *E. citriodora* de diferentes locais no Quênia, concluíram que o rendimento em óleo essencial e a sua composição química não estão relacionados com a variação sazonal e também não dependem da idade da árvore.

Franich (1986) relata que, para *E. nitens*, o rendimento de óleo essencial das folhas juvenis foi de 1 %, ou seja, menos da metade do que o normalmente notificado para folhas de árvores adultas (2,5 %), enquanto que a composição química do óleo foi semelhante em ambos os casos. Entretanto, Li et al. (1994) encontraram resultados opostos, pois observaram que o rendimento em óleo de folhas juvenis de *E. nitens* foi significativamente mais alto que aquele encontrado para folhas adultas nos mesmos locais examinados.

Pelo exposto, verifica-se que não existe uma tendência muito clara sobre a influência da idade da folha sobre a produção de óleo essencial de eucalipto, havendo necessidade de mais estudos para melhores definições sobre o assunto.

4.3. Ambiente

Segundo Simões e Spitzer (1999) o ambiente no qual o vegetal se desenvolve exerce grande influência sobre a produção e a composição química dos óleos essenciais. A temperatura, a umidade relativa, a duração da exposição ao sol e o regime de ventos exercem um influência direta, sobretudo sobre as espécies que possuem estruturas histológicas de estocagem de óleo na superfície da folha. Para reduzir as perdas de óleo, o autor recomenda a coleta das plantas pela manhã, bem cedo, ou à noite, diminuindo desta forma o tempo de exposição ao sol. De acordo os mesmos autores, nos vegetais em que a localização das estruturas produtoras de óleo é mais profunda, a qualidade dos óleos essenciais é mais constante.

Shiva e Jain (1987), estudando híbridos de eucalipto na Índia, observaram que existe uma variação na produção de óleo durante o ano. Tendo como base as condições ambientais daquele país, observou que, no mês de fevereiro, ocorre a maior produção de óleo essencial; de março a outubro, tem-se um decréscimo no rendimento e no período de novembro a janeiro é observado um baixo rendimento em óleo.

Wang et al. (1997) concluíram que o rendimento em óleo é afetado por condições ecofisiológicas, e que as melhores estações para a coleta de folhas e extração de óleo são inverno e primavera. Durante o inverno e a primavera, na região em que o trabalho foi desenvolvido, os eucaliptos praticamente param o seu crescimento pois ocorre baixa quantidade de chuva e baixa temperatura.

Para o Brasil, não foi encontrado nenhum trabalho mostrando a influência do ambiente na produção de óleo, mas, relatos obtidos junto aos produtores, têm indicado a ocorrência de variações na produção em função dos diferentes ambientes, sendo mencionadas influência do tipo de solo, da época do ano e da temperatura.

4.4. Métodos de amostragem, extração e análise do óleo

Este item diz respeito à padronização dos métodos de amostragem, destilação e análise do óleo, permitindo assim a comparação dos resultados obtidos nos trabalhos de pesquisa realizados em locais diferentes.

Penfold e Willis (1961) relatam alguns cuidados que devem ser tomados com relação à determinação do rendimento e qualidade do óleo. Em primeiro lugar, os autores citam os métodos de amostragem, sugerindo atenção para a aleatorização da coleta, a consideração do tipo e idade da folha, a composição da amostra (ramos, pecíolos e folhas ou somente a lâmina foliar). Os problemas de armazenamento são colocados em segundo lugar, sendo citadas as mudanças de rendimento e composição do óleo devido à umidade e ao aquecimento da amostra. Os autores recomendam ainda testar os aparelhos e as técnicas de destilação previamente à realização do trabalho, minimizando assim a ocorrência de erros grosseiros. Finalmente, recomendam que a análise do óleo seja feita por técnicos experientes.

4.5. Manejo da cultura

A maioria dos plantios destinados à produção de óleo essencial de eucalipto são realizados sob regime de manejo por talhadia, que consiste no corte raso da planta e na

condução da brotação das cepas. Desse modo, torna-se interessante apresentar alguns aspectos importantes para manter e/ou aumentar a produção, tanto de folhas como a de madeira.

Segundo Reis e Reis (1997), as florestas manejadas por talhadia têm maior taxa de crescimento do que aquelas formadas por mudas, isto se deve ao sistema radicular já estar estabelecido, facilitando assim a absorção de água e nutrientes. Os autores comentam ainda que a altura da cepa apresenta correlação positiva com o vigor dos brotos, e isto se deve a uma maior reserva de carboidratos nas raízes e cepa. Por sua vez, o vigor dos brotos é ainda bastante afetado pela competição dos fatores ambientais e espaço. Em espaçamentos mais densos ocorre uma maior competição por água, luz, nutrientes e, conseqüentemente, uma redução na quantidade de reservas disponíveis para brotação. Em espaçamentos maiores, o crescimento em diâmetro das árvores é maior, resultando num maior vigor das brotações. Os autores recomendam ainda: a realização de adubação por ocasião dos plantios e após o corte, a fim de manter ou aumentar o nível de fertilidade do solo; a manutenção no campo dos resíduos de exploração, permitindo assim uma maior disponibilidade de água e nutrientes para a segunda rotação; evitar danos mecânicos à cepa e a permanência de resíduos sobre a mesma.

Stape (1997) recomenda que o espaçamento dos plantios de eucalipto devem ser decididos em função da minimização dos efeitos danosos sobre as brotações, causados por atividades tais como: o controle de formigas e ervas daninhas, corte, transporte de madeira, entre outras.

Com relação à altura do corte da planta, Nascimento Filho (1983) relata a não influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças para o *E. citriodora*, recomendando ainda que o corte seja feito na altura de 5 a 10 cm do solo.

Rosado et al. (1997) avaliaram o efeito da altura de corte no crescimento, produção de biomassa e de óleo para o *E. citriodora*, e constataram que, independentemente da altura do corte, ocorre uma redução na produção de biomassa com a idade. Observaram, também, que a altura de corte a 80 cm acima do solo proporcionou melhor sobrevivência e maior produção de biomassa e, conseqüentemente, uma maior produção de óleo essencial por área cultivada.

Considerando o aspecto nutricional, Silveira (1996) conduziu um estudo em casa de vegetação, tendo observado que a omissão de boro limitou o crescimento do *E. citriodora*, expresso pelo diâmetro, altura e produção de material seco, e induziu a deficiência de potássio. Apesar da limitação, o autor concluiu que o *E. citriodora* é pouco exigente a este elemento, pois pequenas doses do mesmo aplicadas ao solo foram suficientes para resultar num crescimento normal da planta.

Maffeis e Brito (1998) estudando a influência do estado nutricional na produção e qualidade do óleo essencial de *E. citriodora*, concluíram que a produção de biomassa foliar foi mais afetada nos tratamentos com a omissão de nitrogênio, boro e enxofre. Considerando o rendimento em óleo, não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas, na omissão de boro e enxofre, observaram uma redução no teor de citronelal. Verificou-se, portanto, que o rendimento em óleo essencial não foi alterado em função da disponibilidade de nutrientes, mas, por outro lado, estes influenciam na produção de folhas e na qualidade do óleo.

Ainda com relação ao manejo da cultura, Boaretto e Forti (1997) alertam para os cuidados que devem ser tomados com relação ao ataque de formigas, principalmente em áreas de cultivo mínimo. O controle das formigas deve ser realizado na fase de pré-corte, bem como após o plantio ou na condução da brotação e após o corte raso.

5. Principais espécies de eucalipto produtoras de óleo essencial, com destaque para a situação brasileira

As principais espécies de eucalipto cultivadas no Brasil para a produção de óleo essencial são: o *Eucalyptus citriodora*, o *Eucalyptus globulus* e o *Eucalyptus staigeriana*.

5.1. *Eucalyptus citriodora*

Na Austrália, sua região de origem, segundo Boland et al. (1994) o *E. citriodora* ocorre basicamente no sul e no norte do Estado de Queensland, em altitudes que variam de 50 a 1000 m e de 70 a 400 m de altitude, respectivamente.

O *E. citriodora* é uma árvore de porte médio e de bonita aparência, com as procedências de origem norte apresentando cascas rosadas e as de origem sul apresentando manchas em sua casca e a copa um tanto espalhada. A espécie ocorre em vários tipos de solo, em florestas abertas juntamente com outras espécies, sendo facilmente diferenciada destas em função do forte cheiro de citronelal de suas folhas.

No Brasil, o *E. citriodora* foi introduzido juntamente com outras espécies de eucalipto, com o objetivo inicial de produção de madeira. Hoje, ela é muito utilizada para a produção de carvão vegetal, postes, madeira para serraria, mourões de cercas e também como lenha. Além dessa aplicação, atualmente é o eucalipto mais cultivado no país para produção de óleo essencial.

Com relação ao óleo essencial, os rendimentos variam de 1 a 1,6 %, ou seja, a cada tonelada de biomassa foliar destilada pode-se extrair de 10 a 16 kg de óleo. A concentração do seu componente principal, citronelal, varia entre 65 a 85 %. No Brasil o óleo de *E. citriodora* é comercializado bruto, ou então, tendo como base o citronelal, para obter-se o citronelol, o hidroxicitronelal e o mentol.

5.2. *Eucalyptus globulus*

Segundo Boland et al. (1991) existem 4 subespécies de *E. globulus* produtoras de óleo essencial: o *E. globulus* subesp. *bicostata*, o *E. globulus* subesp. *globulus*, o *E. globulus* subsep. *maidenii* e *E. globulus* subesp. *pseudoglobulus*.

O *E. globulus* subesp. *bicostata* ocorre nos estados de Nova Gales do Sul e Victoria, Austrália, e sua forma varia de pequenas árvores arbustivas, em mata aberta, a árvores altas com tronco reto em florestas densas. Esta espécie é muito usada como árvore ornamental, sendo sua madeira dura e resistente, geralmente usada para construção. O rendimento em óleo das folhas desta subespécie varia de 1,7 a 2 % e o seu componente principal, o 1,8-cineol, variando de 33 a 80 %.

O *E. globulus* subesp. *globulus* tem sua origem principalmente na Tasmânia, mas ocor-

re também no sul do estado de Victoria, Austrália. Sua forma varia desde arbustos, em locais abertos, a árvores de até 70 m de altura em florestas densas, com copa grande e aberta. A madeira é dura e pouco resistente, mas pode ser usada para construção, postes, dormentes e lenha, sendo considerada uma das melhores espécies de eucalipto para produção de papel. A espécie é muito usada na península Ibérica, na China (província Yunnan) e no Chile para produção de madeira e óleo essencial. O rendimento em óleo das folhas desta subespécie é de 1,4 a 2,4 %, com o teor de 1,8-cineol variando de 61 a 69 %.

O *E. globulus* subesp. *maidenii* é caracterizado como uma árvore de médio a grande porte, encontrada na área costeira e sub-costeira do sul do estado de Nova Gales do Sul, Austrália. Está mais adaptada a vales com solos férteis e úmidos, embora cresça em locais pouco favoráveis se houver chuva em quantidade adequada. A madeira desta subespécie também é usada para construções em geral. O rendimento em óleo de suas folhas varia de 2,2 a 2,8 % e o teor de 1,8-cineol varia de 46 a 70 % do óleo.

O *E. globulus* subesp. *pseudoglobulus* é caracterizado como árvore de porte médio nas florestas abertas e nas terras de altitude sobre solos aluviais, sendo também conhecida como *E. pseudoglobulus*. Esta é a única subespécie de *E. globulus* ainda não cultivada em outros países. O rendimento em óleo essencial de suas folhas varia de 4,0 a 5,6 %, com teor de 1,8-cineol situado entre 47 e 69 %.

Tabela 2: Caracterização climática das áreas de ocorrência natural para as três principais subespécies de *Eucalyptus globulus* segundo a FAO (1981).

	<i>E. globulus</i> <i>bicostata</i>	<i>E. globulus</i> <i>globulus</i>	<i>E. globulus</i> <i>maidenii</i>
Latitude (m)	31 a 41° S	38,5 a 43,5° S	34 a 39° S
Altitude (m)	30 a 1000	0 a 330	230 a 915
Precipitação (mm)	750 a 1250	500 a 1500	750 a 1500
Número de meses secos	3	até 3	3
Temperatura máxima média do mês mais quente (°C)	21 a 27	18 a 23	21 a 25
Temperatura máxima média do mês mais frio (°C)	2 a 7	4	5
Número de dias com temperatura menor ou igual a zero	25 a 40	0 a 5	20 a 120
Altura de árvore (m)	Até 40	45 a 55	60 a 70
Sementes viáveis/g	106	70	110

Segundo Doran (1990) os solos ideais para o plantio do *E. globulus* devem possuir boa drenagem e bom abastecimento de água, sendo de preferência aqueles com textura argilo-arenosos. A espécie pode desenvolver-se também em solos acentuadamente pobres, entretanto, em tais condições não apresenta bom crescimento. De um modo geral, devem ser evitados solos calcáreos, havendo preferência por solos com valores de pH entre 5 e 7. Há relatos de plantios de *E. globulus* em vales, encostas e em cumes de montanhas no Peru e Bolívia a 4.000 m de altitude. O *E. globulus* apresenta um boa capacidade de brotação, podendo chegar a até 2 ciclos de produção vegetativa após a primeira exploração integral, quando então ocorre uma redução de produção. Durante o corte é necessário zelar para que permaneçam cepos de 12 cm de altura, com casca intacta, a fim de que possa surgir rebrotação em quantidade suficiente. Considerando a produção de madeira, deve-se conduzir 1 a 2 brotos por cepa.

Segundo Braga (1971) o *Eucalyptus globulus* foi a primeira espécie de eucalipto introduzida no Brasil, em 1855, mas foi somente em 1903 que grandes plantações de eucalipto foram iniciadas pela antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, visando a produção de madeira. No entanto, o início da extração de óleo desta espécie ocorreu somente durante a Segunda Guerra Mundial, devido às dificuldades de importação deste tipo de óleo essencial.

Geralmente o *E. globulus* é explorado em pequena escala, uma vez que esta espécie está mais adaptada a climas mais frios e o óleo produzido em nosso País sofre grande concorrência daquele importado da China. A madeira desta espécie, apesar das referências favoráveis para a produção de celulose e papel, é usada apenas como lenha. O rendimento em óleo essencial observado no Brasil, varia de 1,6 a 2 %, com teor de cineol de 70 a 80 %.

5.3. *Eucalyptus staigeriana*

Esta espécie ocorre naturalmente na península de Cape York, no Estado de Queensland, Austrália, em altitudes variando de 40 a 600 m. Nessa região a precipitação anual varia de 1000 a 1500 mm, ocorrendo uma estação seca de aproximadamente 7 meses, que muitas vezes é muito severa. A média de temperatura do mês mais quente é de 32 °C, e 13 a 15 °C a do mês mais frio, não ocorrendo geadas (FAO, 1981).

O *E. staigeriana* é caracterizada, segundo Boland et al. (1991), como uma árvore de tamanho médio, podendo chegar a 22 m de altura, com copa reduzida e espalhada, exceto quando crescendo com outras espécies, onde a copa pode ser tão ampla como alta. Esta espécie está adaptada em zonas climáticas quentes e subúmida, sobre solos pobres e bem drenados, em matas ou florestas abertas com um escasso sub-bosque de gramíneas tropicais. As folhas desta espécie apresentam cheiro caracteristicamente cítrico, proveniente do citral, que é uma mistura dos componentes neral e geranial. O rendimento em óleo desta espécie varia de 1,2 a 1,5 %, com teor de citral entre 16 e 40 %, tendo uma aroma muito agradável, utilizado nas indústrias de perfumaria. Não existem muitas referências sobre os usos desta madeira, sabendo-se apenas que ela apresenta cor vermelha sendo resistente e durável.

No Brasil, o seu plantio é feito, basicamente, para a produção de óleo essencial, e a madeira obtida nestes plantios é vendida como lenha. Na década de 70, Pinto et al. (1976), apresentaram resultados preliminares de estudo do *E. staigeriana* com relação à produção de óleo essencial, na região de Torrinha, Estado de São Paulo. Os autores observaram uma variação de rendimento de 0,07 a 2,53 %, e de teor do componente principal de 13 a 62,96 %. A partir desses resultados foram selecionadas plantas que apresentavam alto rendimento e/ou concentração de citral, para produção de sementes, as quais foram usadas para plantios comerciais, em que a média de rendimento em óleo atingiu 1,4 %.

Arctander (1994), comenta que o óleo desta espécie não é explorado comercialmente na Austrália, e que os plantios de *E. staigeriana* para produção de óleo essencial seriam conduzidos principalmente no Brasil, África do Sul, Seychelles e na Guatemala. O autor comenta ainda que o odor característico do óleo desta espécie despertou o interesse para a utilização em sabonetes, fragrâncias de detergentes e outros. No entanto, a sua

estabilidade nos sabonetes não seria muito boa, ao menos que os seus componentes principais fossem cuidadosamente fixados. Outro aspecto levantado pelo autor é o de que o óleo do *E. staigeirana* sofreria concorrência do citral produzido sinteticamente com boa qualidade e preços atrativos.

Em visita realizada à maior empresa produtora de óleo essencial desta espécie no Brasil, a Dierberger Óleos Essenciais S.A., Silveira (1995), constatou que as áreas cultivadas com o *E. staigeriana* estavam sendo reduzidas em função de um aumento no consumo do citral sintético. No entanto, atualmente, estaria havendo uma retomada de interesse pelo óleo desta espécie, em função de que o citral obtido do seu óleo estaria tendo maior aceitação na aromatização de alimentos que o citral produzido sinteticamente.

6. Manejo florestal para produção de óleo essencial de eucalipto

6.1. Sistema tradicional

Os plantios de eucalipto destinados a produção de óleo essencial, em geral, são mais adensados que os utilizados para a produção somente de madeira. Enquanto no primeiro caso as densidades variam entre 3000 a 8000 plantas/ha, no segundo é usual utilizar-se 1666 árvores/ha. Nas áreas cultivadas para produção de óleo já foram observados os seguintes espaçamentos de plantio: 1 x 1 m, 1,5 x 1,5 m, 2 x 1 m, 3 x 0,75 m, 3,30 x 0,75 m, 3 x 1 m, 3 x 1,5 m, 3,9 x 0,5 m (Galanti, 1987 e Silveira, 1995). Considerando-se a produção média anual de 3 quilogramas de folhas por planta (Galanti, 1987 e Vitti, 1999) e um espaçamento de 3 x 1 m, tem-se uma produção estimada em 10 toneladas de folhas/ha/ano.

O sistema de manejo tradicionalmente utilizado nos plantios destinados à produção de óleo é o de talhadia, o qual consiste no corte raso da planta e na condução da brotação das cepas. Ele é amplamente usado para o *E. citriodora*, que favorece a realização deste tipo de manejo, pois trata-se de uma espécie que apresenta uma boa capacidade de brotação. O sistema tem sido também usado para o *E. staigeriana*, apesar desta espécie ainda ser pouco difundida e testada em nosso País, comparativamente ao *E. citriodora*.

A coleta das folhas, que constitui num processo de desrama artificial, é iniciada normalmente aos 18 meses após o plantio, quando as plantas já se encontram com altura variando de 2 a 4 metros. Na coleta das folhas retira-se aproximadamente dois terços da parte inferior da copa das árvores. Este processo é aplicado, geralmente, em intervalos de 12 meses e, dependendo das condições de clima, solo e tratamentos culturais, o intervalo pode ser reduzido. Normalmente, realiza-se o corte raso aos 4 ou 5 anos de idade, quando as árvores tornam-se muito altas e a coleta das folhas difícil. Com a derrubada das árvores, a coleta das folhas é então realizada com a copa no chão. Após o corte raso das árvores faz-se a condução da brotação, deixando-se de 2 a 4 brotos vigorosos por cepa para o reinício da atividade anual de coleta de folhas.

Segundo Santos (sem data) citado por Galanti (1987) é aconselhável que as coletas de folhas sejam realizadas no período seco, pois nessa época o rendimento em óleo é maior em razão do mais baixo teor de umidade nas folhas. O autor acrescenta ainda que o teor de citronelal no período seco (abril a setembro - 79,5 %) é maior que no chuvoso (outubro a março - 77,4 %).

Para realização da primeira coleta das folhas, quando as árvores ainda são baixas, utiliza-se facões e/ou foices, entretanto, para as demais coletas faz-se necessário o uso de ganchos acoplados a cabos de madeira ou varas de bambu, com comprimento variável, dependendo da altura da copa das árvores. São utilizados também garfos com cabo curto para amontoar e carregar as folhas para os carregadores, e garfos com o cabo longo para colocar as folhas no caminhão. Utiliza-se ainda uma vara com forquilha na extremidade para amontoar as folhas não recolhidas pelos garfos. O corte das árvores é realizado aos 4 ou 5 anos, com auxílio de motosserras.

No processo de extração das folhas, a mão-de-obra é dividida em equipes. A primeira equipe é responsável pela desrama das árvores, levando apenas uma linha de plantas por vez. Uma segunda equipe, com menor número de operários, é responsável por retirar os galhos que permanecem enroscados nas árvores. Uma terceira equipe faz o desbaste dos ramos maiores já cortados e depositados no chão, separando-os dos ramos mais finos e com maior quantidade de folhas, que são os desejados. Uma quarta equipe é responsável por juntar os ramos finos com folhas e amontoá-los próximo aos carregadores para serem então carregados em caminhões. Após o carregamento, uma quinta equipe, finalmente, executa a "limpeza" da área, juntando as folhas que não foram recolhidas para o caminhão (Galanti, 1987, Silveira, 1995). Alguns detalhes da extração de folhas em *E. citriodora* podem ser observados na seqüência de Fotos de 1 a 4.



Foto 1 - Desrama para obtenção de folhas em plantio de *E. citriodora* com 1 ano de idade; **Foto 2** - Desrama após corte raso das árvores de *E. citriodora* aos 5 anos de idade; **Foto 3** - Brotação de tocos de *E. citriodora* após corte raso das árvores. **Foto 4** - Folhas depositadas no chão após desrama anual em *E. citriodora* com 2 anos de idade;

Em geral, antes de serem carregadas, as folhas cortadas podem ser deixadas no local por algumas horas, para que ocorra o seu murchamento, reduzindo assim a umidade, ou então transportadas para a destilaria, onde também podem ser deixadas no pátio com a mesma finalidade. Deve-se atentar para o fato de que as longas exposições das folhas ao sol promovem a perda do óleo e proporcionam o início de processos de fermentação, o que compromete a sua qualidade. Recomenda-se que o período de murchamento seja realizado em horários não muito quentes do dia. Algumas empresas cortam as folhas e deixam para fazer o seu transporte e destilação no final do dia ou então no dia seguinte logo pela manhã. Outra recomendação é a de que não se deve depositar as folhas em montes muito grandes, os quais potencializam o processo de fermentação. Quando em destilaria, é comum as folhas ficarem espalhadas no pátio até o momento da destilação.

A perda da umidade das folhas no campo é considerada interessante pelas empresas, pois, uma vez que não ocorre o transporte de água, pode-se transportar um maior volume de folhas para a destilaria, e, conseqüentemente, um maior volume de óleo. Outro aspecto que deve ser mencionado é que normalmente as empresas compram folhas de terceiros, sendo o pagamento feito por tonelada de folha retirada, e, deste modo, quando se transporta material úmido, a empresa paga pela umidade transportada.

Os caminhões mais utilizados para o transporte das folhas são do tipo "truck", tendo capacidade para carregar até 6 toneladas de material ou caminhões com duas carretas, tipo "Romeu e Julieta", os quais têm capacidade para transportar até 13 toneladas de folhas. A situação ideal é a de que os caminhões que transportam as folhas sejam pesados antes e depois do descarregamento, obtendo-se dessa forma a quantidade de folhas a ser destilada, possibilitando o cálculo do rendimento em óleo.

Na seqüência de Fotos de 5 a 10 são apresentados detalhes do carregamento, transporte e descarregamento das folhas.



Foto 5 e 6 - Carregamento manual de folhas de *E. citriodora* no campo, SP; **Foto 7** - Chegada na destilaria de caminhão carregado de folhas de *E. citriodora*, SP; **Foto 8 e 09** - Descarregamento manual de folhas de *E. citriodora*, SP; **Foto 10** - Descarregamento mecanizado de folhas de *E. citriodora*, MG.

Conforme o sistema descrito, a partir do segundo ano de plantio, é possível coletar folhas durante todos os anos de vida das árvores, até ser alcançado os 4 ou 5 anos de idade das plantas, quando ocorre o seu corte raso. Neste momento, além da receita proveniente do óleo, tem-se uma receita adicional com a venda da madeira para mourões ou lenha. Este sistema permite ainda a condução das árvores que apresentam boa forma de tronco para produção de postes e/ou madeira para serraria. Alguns produtores de óleo conduzem de 5 a 10 % das árvores para tal finalidade, o que, ao final de 15 ou 20 anos, proporcionará receita adicional, proveniente da venda de madeira com maior valor agregado.

Deve ser mencionada ainda a possibilidade da adoção de um sistema silvopastoril, que permite a criação de gado no meio do plantio de eucalipto. No Estado de São Paulo existem produtores que realizam a criação de gado nelore em plantios de *E. citriodora*, realizando o plantio de capim apropriado para a alimentação bovina. Segundo tais agricultores a capacidade de suporte deste sistema é de até 3 animais por hectare. Deste modo, o sistema de produção de folhas conforme descrito, permite a obtenção de receitas adicionais, além daquela proveniente da extração do óleo essencial, caracterizando um perfeito sistema de uso múltiplo da floresta. As fotos 11 e 12 apresentam alguns detalhes desses sistemas em plantios de *E. citriodora*.



Foto 11 - Floresta de *E. citriodora* manejada para a obtenção de folhas e toras, SP; **Foto 12** - Floresta de *E. citriodora* manejada para a obtenção de folhas, madeira e criação de gado, SP

Para a produção de óleo a partir do *E. globulus* geralmente são também utilizados espaçamentos adensados, sendo usual a média de 5000 plantas por hectare. Na sua exploração visando a produção de óleo, realiza-se o corte raso, inicialmente aos 18 meses de idade, conduzindo-se a regeneração da cepa por meio de brotação. Esta primeira coleta das folhas é realizada normalmente entre maio e junho, definido em função da baixa quantidade de chuvas, o que facilita a coleta das folhas e não prejudica a brotação. Nos anos seguintes, a cada processo de coleta das folhas, deixa-se apenas um broto por cepa, cortando-se os demais para a extração de óleo. A foto 13 apresenta um plantio de *E. globulus* tendo conduzida a sua brotação.



Foto 13 - Condução da brotação em plantio experimental de *Eucalyptus globulus* para a produção de óleo essencial, SP.

O plantio de *E. globulus* não é efetuado no Brasil em larga escala, como ocorre com o *E. citriodora*, e, nos casos em que o mesmo é cultivado, visa-se essencialmente a produção de óleo (Romani, 1972; Silveira, 1995). Romani comenta ainda que o *E. globulus* apresenta um bom crescimento inicial, mas não chega a formar árvores de grande porte, como é o caso da maioria das espécies de eucalipto cultivadas no País. Isso ocorre, provavelmente, em função de que as procedências originalmente introduzidas e dissiminas em nosso País não foram selecionadas em sua região de origem dentre aquelas que possam apresentar tal característica. Merece ser lembrado que, conforme já relatado, o *E. globulus* apresenta 4 subespécies produtoras de óleo e, dentre elas, existem aquelas que se apresentam como árvores muito altas.

6.2. Sistema mecanizado

Com o objetivo de aumentar o rendimento operacional da coleta de folhas foi desenvolvido o processo para coleta mecanizada de folhas de eucalipto. Para tanto, o plantio adensado se faz necessário, cultivando-se de 4000 a 8000 plantas/ha. Considerando-se o plantio de 4000 plantas por hectare, a produção de folhas pode chegar ao redor de 13 toneladas. A primeira coleta das folhas também é realizada aos 18 meses de idade, repetindo-se o processo a cada 12 meses ou menos, dependendo do desenvolvimento das plantas e da produção de folhas.

Num plantio bastante adensado usa-se um trator que, passando ao longo da linha de plantio, efetua o corte raso das árvores, com o auxílio de uma serra circular, a 30 cm do solo. As árvores cortadas podem ser processadas de duas formas:

- As árvores são colocadas num picador, acionado e tracionado por um outro trator, o qual processa a árvore inteira, lançando o material picado numa carreta de caminhão que transita paralelamente ao picador;
- As árvores são manualmente desganhadas mediante o uso de facões, e as folhas são amontoadas e em seguida colocadas numa carreta de caminhão com auxílio de pinça acoplada a um trator. A pinça normalmente não consegue coletar todas as folhas do chão e, desse modo, é posteriormente realizada uma catação dos ramos mais finos com forquilhas de madeira.

As vantagens deste processo em relação ao processo tradicional seriam: o maior rendimento de coleta utilizando um menor número de funcionários no campo; o não transporte de impurezas, como solo e gramíneas; a obtenção de material mais homogêneo e, portanto, de mais fácil manuseio e com melhor acomodação nas dornas, resultando em maior rendimento da destilação. A presença de uma fração de madeira, em mistura com as folhas, disponibilizaria maior quantidade de energia para a caldeira.

Este sistema de produção de folhas é de uso bastante recente em nosso País, e há ainda necessidade de estudos mais completos envolvendo questões silviculturais e econômicas, dentre outras, para uma definição mais completa visando sua recomendação em ampla escala. Por exemplo, em função da remoção anual de toda a parte aérea da planta, haveria a necessidade de uma constante adubação na área de plantio e, conseqüentemente, todos os aspectos diretos e indiretos envolvidos nessa questão precisariam ser avaliados. O sistema mecanizado para coleta de folhas de *E. citriodora* pode ser visualizado nas fotos de 14 a 19.



Foto 14 - Trator com serra circular acoplada para corte das árvores de *E. citriodora*; **Foto 15** - Trator com serra circular operando em floresta de *E. citriodora* com 1 ano de idade; **Foto 16** - Desgalhamento manual de árvores abatidas com serra circular; **Foto 17** - Carregamento mecanizado das folhas após desgalhe manual; **Foto 18** - Coleta de folhas residuais não recolhidas no carregamento mecanizado; **Foto 19** - Picador usado para processamento da árvore inteira. Fotos obtidas em MG.

7. Extração do óleo essencial

O processo de extração de óleo essencial é realizado na destilaria, a qual é composta basicamente por: caldeira, dornas, condensador, separador e o coletor de óleo (Figura 1).

Segundo Galanti (1987), os equipamentos da destilaria devem apresentar proporções métricas entre si, desde a capacidade de produção de vapor da caldeira, até o volume do separador de óleo. Faz-se necessário, portanto, o prévio dimensionamento do conjunto

utilizando-se como base o volume da massa foliar a ser destilada, relacionando-a com o tempo de destilação.

A caldeira é responsável pelo fornecimento do vapor utilizado para a extração do óleo essencial. Ela pode ser descrita como uma estrutura que tem em seu interior um conjunto de tubulações por onde ocorre o deslocamento e o aquecimento da água até ser atingido o estado de vapor. O vapor produzido na caldeira segue para as dornas onde irá ocorrer a extração do óleo. Em geral, as folhas depois de destiladas, denominadas de bagaço, são usadas como fonte de energia na caldeira. Cerca de um terço do bagaço gerado é destinado para tal.

A dorna é o recipiente onde as folhas serão colocadas para receberem o vapor de destilação. Em função da ação corrosiva do óleo, ela deve ser, preferencialmente, construída em aço inoxidável, assim como todos os demais recipientes em que ocorre o contato com o produto destilado. A parte inferior da dorna apresenta formato cônico, sobre o qual existe uma grelha, que tem a função de separar a massa de folhas da entrada de vapor, bem como proporcionar a drenagem da água condensada durante a destilação. Para evitar a perda de óleo, na parte superior da dorna é utilizado um fecho hidráulico, que consiste numa canaleta cheia de água, na qual a tampa é colocada.

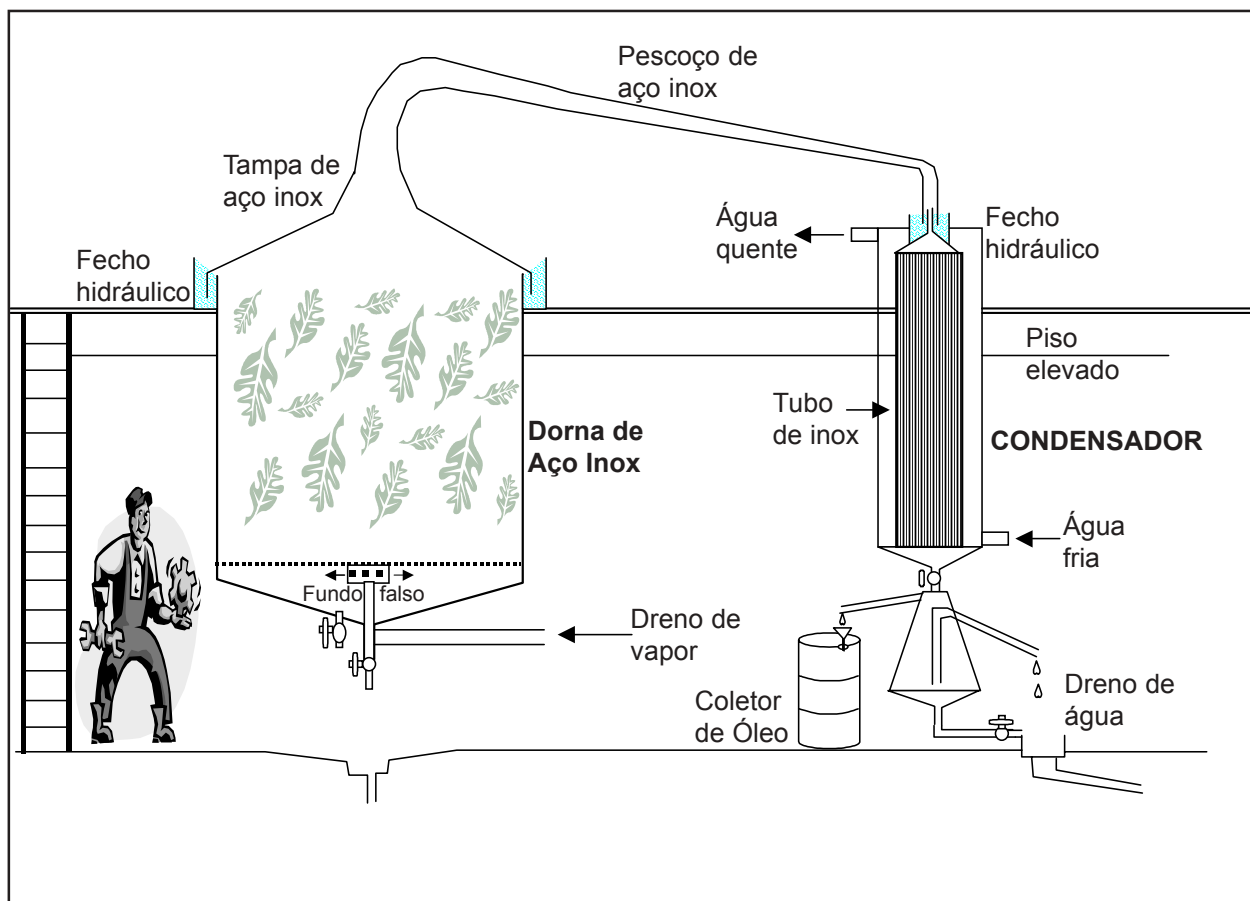


Figura 1 - Esquema de um conjunto destilador para óleos essenciais

O enchimento da dorna pode ser manual ou mecanizado, sendo o primeiro o mais utilizado. Antes do seu enchimento é colocada no interior da dorna uma corrente, a qual tem como função auxiliar na retirada das folhas depois da destilação. Durante o enchimento da dorna, as folhas são compactadas através de pisoteio. Esta prática é necessária para que ocorra um melhor aproveitamento do espaço interno do equipamento.

Depois do carregamento das folhas faz-se a colocação da tampa, que fará a conexão com o condensador. Normalmente, utiliza-se uma tampa para duas dornas, de tal modo que o trabalho de destilação ocorra de forma alternada, ou seja, enquanto uma está destilando a outra está sendo descarregada e, na seqüência, novamente carregada com folhas. O vapor atingindo a base da dorna percorre a massa de folhas aquecendo e arrastando o óleo na direção do condensador. Para um sistema tradicional com uma dorna com capacidade de 1 tonelada de folhas, o tempo médio de destilação é de 60 minutos.

As fotos de 20 a 23 ilustram detalhes referentes às dornas de destilação de folhas.



Foto 20 - Área de carga e descarga de folhas, com vista da parte superior contendo a tampa da retorta, SP; **Foto 21** - Carregamento manual da dorna de destilação, SP; **Foto 22** - Área de carga e descarga de folhas, com vista da parte superior contendo a tampa da dorna, MG; **Foto 23** - Carregamento mecanizado da dorna, MG.

O condensador é uma estrutura normalmente cilíndrica, que possui admissão de água fria na sua parte inferior e saída de água quente na sua parte superior. No seu interior existem diversos tubos imersos em água, dentro dos quais a mistura de vapor d'água e óleo volatilizado é admitida e, em contato com as paredes resfriadas dos tubos, essa mistura é condensada para o estado líquido. A mistura segue para o separador onde, por diferença de densidade, ocorre a separação da água e do óleo. O óleo, mais leve, fica sobrenadante, sendo então a água removida pela parte inferior do separador.

Do separador o óleo segue para o coletor, onde é feita a sua pesagem, para posterior cálculo de rendimento. O rendimento é a razão entre a quantidade de óleo produzido e a quantidade de folhas destiladas, normalmente expresso em porcentagem. Para a retirada do bagaço, a corrente colocada inicialmente no interior da dorna é presa a um guincho de uma ponte rolante. O bagaço é então puxado para fora da dorna, sendo parte consumido pela caldeira, e o restante levado até um caminhão, que transporta este material para as áreas de cultivo, onde é usado como adubo orgânico.

Na seqüência de fotos de 24 a 27 são mostrados detalhes de equipamentos de condensação do óleo, sua coleta, a retirada do bagaço e o seu depósito no campo.



Foto 24 - Vista dos condensadores de óleo de uma usina, MG; **Foto 25** - Carregamento do bagaço na seqüência de sua remoção da dorna de destilação, SP; MG; **Foto 26** - Coleta de óleo obtido no decantador; **Foto 27** - Bagaço depositado no campo, SP.

Antes de ser armazenado o óleo pode ser conduzido para um processo de filtragem e de retirada da umidade, para o que pode ser recomendado o uso de Na_2SO_4 anidro. Após este processo o óleo é armazenado e transportado em tambores de 200 litros, preferencialmente de polietileno ou de latão revestido com epóxi, ou em tanques de aço inoxidável, com capacidade para transporte de 20 toneladas ou 24.000 litros de óleo.

8. Qualidade do óleo essencial de eucalipto

A qualidade do óleo essencial é considerado um fator básico a ser vinculado à sua obtenção, fazendo com que a realização de análises constantes sejam de grande importância para a avaliação de suas características e, desse modo, serem prevenidos problemas na sua comercialização e uso.

Na prática comercial de óleo essencial, não é raro se deparar com produtos adulterados, sendo usual para as fraudes a adoção dos seguintes procedimentos, segundo relatam Simões e Spitzer (1999):

- adição de compostos sintéticos, de baixo preço, tais como álcool benzílico, ésteres do ácido ftálico e até hidrocarbonetos clorados;
- mistura do óleo essencial de qualidade com outros óleos de menor valor para aumentar o rendimento;
- adição das substâncias sintéticas que imitam os compostos principais do óleo em questão;
- falsificação completa do óleo através de misturas de substâncias sintéticas dissolvidas num veículo inerte.

A adulteração do óleo essencial de eucalipto, principalmente do *E. citriodora*, é relatada com certa frequência no Brasil, tendo sido constatadas a adição de óleos fixos de menor valor comercial (óleo de soja) e a mistura de etanol. O nível de adulteração dos óleos pode ser facilmente constatado através de análise química.

Para os óleos essenciais obtidos a partir do *E. globulus* e do *E. staigeriana* praticamente não têm sido observados problemas de adulteração, em função da existência de poucos produtores destes óleos, os quais não têm interesse em desestabilizar sua reputação perante o mercado.

As principais análises recomendadas para os óleos essenciais de eucalipto são: densidade, rotação óptica, índice de refração, solubilidade em álcool etílico e teor do componente químico principal. As Tabelas 3 e 4, respectivamente, apresentam as especificações recomendadas pela International Standard Organization (ISO) para o óleos ricos em citrônial e os óleos ricos em cineol.

Tabela 3: Especificações para o óleo de *E. citriodora*

Análises	ISO 3044-1974
Densidade relativa (20° C)	0,858 - 0,877
Índice de refração (20° C)	1,4500 - 1,4590
Rotação óptica (20° C)	-2 a +4
Solubilidade em etanol 80 % v/v (20° C)	1 vol em 2 vols
Total de aldeído (citrônial)	mínimo de 70 %

Fonte: Warren (1991)

Tabela 4: Especificações para óleos de eucalipto ricos em cineol

Análises	ISO 770 - 1980	ISO 3065 - 1974
Densidade relativa (20° C)	0,906 - 0,925	0,918 - 0,928
Índice de refração (20° C)	1,4590 - 1,4670	1,4580 - 1,4650
Rotação óptica (20° C)	0 a +10	-2 a +2
Solubilidade em etanol 70% v/v (20° C)	1 vol em 5 vols	1 vol em 3 vols
Teor de cineol	mínimo de 70%	entre 80 - 85%

Fonte: Warren (1991)

9. Mercado mundial do óleo essencial de eucalipto

No panorama mundial, segundo Market Study (1986) as principais espécies de eucalipto cultivadas na época para produção de óleo medicinal eram o *E. globulus*, *E. australiana*, *E. smithii*, e *E. dives* var. "C". Para o atendimento do ramo da perfumaria, o óleo era obtido de *E. citriodora* e *E. macarthurii*. O óleo de *E. staigeriana* era produzido apenas no Brasil, para a obtenção do l-limoneno, geraniol e acetato de geranila. O óleo desta espécie não era considerado muito interessante em função de apresentar usos especializados e limitados, sendo bastante vulnerável à competição com produtos sintéticos. Os óleos industriais, ricos em felandreno, eram produzidos pelo *E. dives* "Tipo" e var. "A" e *E. australiana* var. "B". A avaliação do mercado mundial dos óleos de eucalipto apontavam para um aumento no consumo dos óleos ricos em cineol, e um decréscimo do consumo dos óleos destinados à perfumaria e indústrias, devido às competitivas soluções alternativas para os seus derivados.

Uma abordagem mais recente sobre a produção e comercialização mundial de óleos essenciais de eucalipto é feita por Coppen (1995), sendo nela baseado os comentários que se seguem.

Mundialmente, os óleos de eucalipto para fins medicinais representam o maior volume produzido e comercializado. Dos óleos de eucalipto utilizados em perfumaria, aquele obtido do *E. citriodora* é produzido em escala muito maior que o óleo extraído do *E. staigeriana*. O mercado do óleo tipo industrial, obtido principalmente do *E. dives* é muito reduzido. A Tabela 5 apresenta as principais espécies de eucalipto exploradas para a produção de óleo essencial e seus respectivos países de origem.

Tabela 5: Espécies de eucalipto cultivadas para produção de óleo essencial e respectivos países fornecedores.

Tipo de óleos	Espécies	Países fornecedores
Medicinal	<i>E. globulus</i>	China, Portugal, Espanha, Índia, Brasil, Chile, Bolívia*, Uruguai* e Paraguai*
	<i>E. smithii</i>	África do Sul, Swazilândia, Zimbábue*
	<i>E. polybractea</i>	Austrália
	<i>E. exerta</i>	China
	<i>E. radiata</i> ex <i>E. australiana</i> , <i>E. radiata</i> var. <i>australiana</i>	África do Sul* e Austrália*
	<i>E. dives</i> (variedade <i>cineol</i>)	Austrália*
	Perfumaria	<i>E. camaldulensis</i> (<i>E. rostrata</i>)
<i>E. citriodora</i>		China, Brasil, Índia
<i>E. staigeriana</i>		Brasil

* países com pequena produção. Fonte: Coppen, 1995

No caso específico dos óleos ricos em cineol, a China exerce amplo domínio, detendo 70% da comercialização mundial, conforme pode ser observado na Tabela 6, que apresenta os principais países fornecedores deste tipo de óleo. Os demais países são Portugal, Índia, África do Sul, Austrália, Swazalândia, Chile e Espanha. Na América do Sul, além do Chile, o Brasil já foi um importante produtor de óleo de *E. globulus*. Em escala bem menor podem ser citados ainda a Bolívia, o Uruguai e o Paraguai.

Tabela 6: Principais países fornecedores de óleos com alto teor de cineol, e a estimativa de sua produção e quantidades exportadas (excluindo re-exportação), 1991.

Países	Produção (t)	Exportação (t)
China	1600 a 2000	1300 a 1500
Portugal	150 a 200	150
Índia	150 a 200	Ne
África do Sul	150 a 180	120
Austrália	120 a 150	100
Swazalândia	80 a 100	80
Chile	80 a 100	70
Espanha	50 a 100	50
Outros	100	Ne
Total	2480 a 3130	1870 a 2070

Fonte: NRI e estimativas de comercialização, citado por Coppen 1995

A China também detém o domínio da produção e comercialização de óleo de *E. citriodora*. Sua produção, em 1991, foi estimada em 1.000 toneladas, quantia que representava 2/3 da produção mundial deste tipo de óleo. O óleo de *E. citriodora* produzido no Brasil e Índia foi estimado, para aquele mesmo ano, em 500 e 50 toneladas, respectivamente. O Brasil é citado como o único fornecedor de óleo de *E. staigeriana* para o mercado mundial, com produção estimada em 60 toneladas/ano.

Os principais consumidores de óleo essencial são países da Comunidade Europeia, sendo a França, Alemanha e a Inglaterra os maiores mercados. Em 1990, estes países importaram a quantia de 1.840 toneladas de óleo de eucalipto. Os Estados Unidos, são também considerado grandes consumidores, tendo importado no ano de 1990 cerca 378 toneladas de óleo.

A China por deter a maior parte da produção mundial de óleos de eucalipto, exerce grande influência sobre os preços praticados no mercado mundial, sobretudo induzindo a fortes quedas nos preços internacionais. No início de 1994 o preço do óleo rico em cineol oferecido pelos chineses não ultrapassava US\$3.00/kg, enquanto que o preço médio praticado no mercado internacional cinco anos antes era de US\$6.00/kg. Também no início do ano de 1994, o óleo de *E. citriodora* era oferecido pelos revendedores em Londres a US\$3.35/kg.

Atualmente parece haver uma recuperação internacional nos preços de óleo, especialmente o do *E. citriodora*, que tem atingido US\$ 6.00/kg.

10. O óleo essencial de eucalipto no Brasil

Segundo Braga (1971), a produção de óleo essencial no Brasil teve início em 1927, tendo como base o puro e simples extrativismo do pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), cuja

produção de óleo, na época, aproximou-se de 200 toneladas. Como cultura verdadeiramente organizada, a produção de óleos essenciais ocorreu somente durante a Segunda Guerra Mundial, quando teve o início a extração dos óleos de menta, laranja, canela sassafrás, eucalipto, capim-limão, patchouli e outros. O autor cita que isto ocorreu em função da grande demanda imposta pelas indústrias do ocidente, que se viram privadas de suas tradicionais fontes de suprimento, em virtude da desorganização do transporte e do comércio, ocasionada pela guerra. Dessa forma, a produção de óleos essenciais no Brasil foi consolidada basicamente no atendimento do mercado externo. Deve ser mencionado entretanto, que, no mercado interno, a indústria nacional tinha dificuldades para importar tais produtos, o que ocasionou um estímulo a mais para expansão da nossa produção. O mercado interno, contudo, nunca chegou a orientar a nossa produção dos óleos essenciais, que sempre esteve atrelado ao apelo do mercado internacional, e pelas condições favoráveis temporais ocorridas na área cambial brasileira.

Braga relata ainda que com o restabelecimento das relações internacionais após a guerra, houve também a reativação do comércio internacional e a produção brasileira perdeu a situação privilegiada que tinha alcançado. Assim, a produção nacional entrou em crise, com o conseqüente abandono de algumas culturas. Por outro lado, no pós-guerra houve a industrialização brasileira, o que fez aumentar o mercado interno para os óleos essenciais. Na década de 50, importantes empresas internacionais especializadas no aproveitamento de óleos essenciais para produção de fragrâncias e aromas, destinadas às indústrias de perfumes, cosméticos, produtos alimentares, farmacêuticos e de higiene, instalaram-se no País. Este fato provocou um aumento do consumo interno dos óleos essenciais, dando maior estabilidade à produção dos óleos no Brasil, o que permitiu a fixação definitiva de algumas culturas.

Com o passar do tempo, contudo, houve um estímulo às importações de óleos essenciais, o que provocou uma repercussão negativa sobre a produção nacional, pois os principais produtores de óleo essencial na época, eram países da Ásia, África e América Central, onde a mão-de-obra era extremamente barata. No Brasil a mão-de-obra representava, fora os encargos sociais, cerca de 50 a 60 % do custo total de produção, o que tornava os óleos produzidos internamente mais caros que aquele fornecido pelo mercado externo. A partir de 1967, com a implantação do sistema de incentivos fiscais à exportação, o mercado externo voltou a se constituir novamente num fator de expansão da produção.

Nos anos de 1964, 1966 e 1968, a produção nacional dos óleos essenciais de eucalipto era estimada em 79, 80 e 141 toneladas, e estavam concentradas principalmente no Estado de São Paulo, com uma pequena porção em Mato Grosso (Brilho, 1969, citado por Ciniglio, 1993).

No período de 1975 a 1984 a produção nacional de óleo de eucalipto era estimada em torno de 340 toneladas anuais, dos quais 60 toneladas eram de *E. globulus*, 80 toneladas de *E. staigeriana* e 200 toneladas de óleo de *E. citriodora* (Market Study, 1986). Nesta mesma época, o potencial existente no Brasil para a produção de óleo de *E. citriodora* era estimado em 900 toneladas anuais. Em 1980, 1982 e 1983 a exportação de óleos de eucalipto, principalmente o óleo de *E. citriodora*, foi de 117, 86 e 193 toneladas, com preço médio de US\$3.50/kg.

O óleo produzido no Brasil era considerado bastante competitivo com o óleo chinês, em função da sua qualidade e preço. Em 1983/1984, o preço do óleo de *E. citriodora*

produzido no Brasil era de US\$3.00/kg f.o.b., enquanto que o óleo chinês era vendido entre US\$3.85 a US\$3.95/kg.

Na década de 90 os maiores produtores de óleo de eucalipto, principalmente de *E. citriodora*, eram a Dierberger Óleos Essenciais S.A., a Destilaria Três Barras e a Sintagro, localizadas nos municípios de Barra Bonita/ SP, Torrinha/SP e Prata/MG, respectivamente. Tradicionalmente, contudo, as empresas localizadas em São Paulo, apresentavam a maior tradição e o maior volume de produção de óleo de eucalipto no Brasil, tanto para o mercado nacional quanto para o internacional. Segundo os produtores, o custo estimado para produção era de US\$ 3.70/kg, em 1991 e US\$ 3.50/kg em 1994, para uma comercialização realizada a preços médios de US\$ 6.00 a 7.00/kg.

Segundo dados obtidos junto a produtores nacionais, ao final da década de 90 a estimativa nacional de produção anual de óleo de *E. staigeriana* era de 60 toneladas, sendo o mesmo comercializado por U\$S 6,00/kg. Para o *E. citriodora* a produção era estimada em 800 toneladas anuais, com preço no mercado nacional variando de R\$ 8,00 a 10,00/ kg de óleo, e no mercado internacional variando entre U\$S 4.50 a 5.00/ kg de óleo.

Atualmente, o óleo essencial de *E. citriodora*, além de ser fornecido para as indústrias, está sendo comercializado diretamente no varejo em seu estado bruto e/ou em mistura com outras substâncias. São produtos que têm sido indicados para os mais diversos fins, desde de limpeza até para inalação como descongestionante. Em se tratando deste último uso, as indicações deveriam ser revistas pois sabe-se que o óleo desta espécie é recomendado basicamente para perfumaria, sendo que, apenas os óleos ricos em cineol deveriam ser indicados para fins medicinais.

A retrospectiva sobre a produção de óleo essencial de eucalipto no Brasil tem demonstrado que o mercado não é estável. Por se tratar de uma cultura florestal, no entanto, a extração de folhas pode ser associada a práticas de manejo que realizem o uso múltiplo da área. No caso do *E. citriodora*, por exemplo, além do óleo, pode-se produzir madeira para ser usada como lenha, mourões, postes e até toras para serraria. As folhas depois de destiladas podem ser utilizadas como adubo orgânico ou então como fonte de energia para a caldeira. Outra possibilidade, já comentada anteriormente, é de se manter um sistema silvopastoril nas áreas onde o *E. citriodora* é cultivado. Utilizando-se este tipo de sistema que visa o uso múltiplo da área florestal, tem-se a possibilidade de receitas adicionais às da comercialização do óleo, o que pode minimizar os riscos decorrentes das eventuais flutuações desse mercado.

Merece ainda ser lembrado que, a exemplo da possibilidade do uso múltiplo, deve-se atentar para todos os demais aspectos tecnológicos que envolvem o estabelecimento e o manejo das florestas destinadas à produção de óleo. Nesse contexto, encontra-se a escolha da semente. Como já foi discutido, a variabilidade genética das espécies produtoras é considerada a principal fonte de variação na produção e qualidade do óleo essencial. Assim, deve-se escolher procedências de sementes que sejam as mais recomendadas para o uso que se pretenda dar à floresta, bem como em relação à adaptação da espécie ao local onde será estabelecido o plantio. Para várias espécies de eucalipto já existem muitas informações referentes à sua adaptação a diferentes regiões brasileiras, entretanto, no caso específico de espécies voltadas à produção de óleo, a amplitude de informações não é tão grande. Exceção deve ser feita ao *E. citriodora*, para o qual já existem boas referências e materiais disponíveis. Independentemente deste fato, é sem-

pre interessante a instalação de pequenas áreas experimentais com espécies e/ou procedências para verificar seus comportamentos, com relação à sobrevivência, crescimento, rendimento e qualidade de óleo no local em questão, antes de se realizar o plantio em extensas áreas.

11. Referências bibliográficas

- ARCTANDER, S. **Perfum and flavor materials of natural origin**. Chicago: Allured, 1994. p.227-236.
- BARTON, A.F.M.; COTTERILL, P.P.; BROOKER, M.I.H. Heritability of cineole yield in *Eucalyptus kochii*. **Silvae genetica**, v.40, n.1, p.37-38, 1991.
- BOARETTO, M.A.C.; FORTI, L.C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.31-46, 1997.
- BOLAND, D.J.; BROOKER, M.H.; CHIPPENDALE, G.M. et al. **Forest trees of Australia**. 4.ed. Melbourne: CSIRO, 1994. 687p.
- BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; FLYNN, T.M.; LASSAK, E.V. Volatile leaf oils of *E. delegatensis* seedlings. **Phytochemistry**, n.21, p.2467-2469, 1982.
- BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. **Eucalyptus leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. Melbourne: ACIAR / CSIRO, 1991. 247p.
- BRAGA, N.C. **Os óleos essenciais no Brasil: estudo econômico**. Rio de Janeiro: Instituto de Óleos, 1971. 158p.
- BROOKER, M.I.H.; BARTON, A.F.M.; ROCKEL, B.A. et al. The cineole content and taxonomy of *Eucalyptus kochii* Maiden & Blakely and *E. plenissima* (Gardner) Brooker, with an appendix establishing these two taxa as subspecies. **Australian journal of botany**, n.36, p.119-129, 1988.
- CINIGLIO, G. **Eucalipto para a produção de óleos essenciais**. Piracicaba: ESALQ / USP / Departamento de Ciências Florestais, 1993. 15 p.
- COPPEN, J.J.W. **Flavours and fragrances of plant origin: non-wood forest products 1**. Rome: FAO, 1995.
- DONALÍSIO, M.G.R. Pesquisas sobre plantas aromáticas no Instituto Agrônomo de Campinas. In: SIMPÓSIO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, São Paulo, 1986. **Anais**. São Paulo: Fundação Cargill, 1986. p.11-14 .
- DORAN, J.C. Commercial sources, uses, formation, and biology. In: BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. **Eucalyptus leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. Melbourne: Inkata, 1991. p.11-28.
- DORAN, J.C.; BROPHY, J.J. Tropical red gums: a source of 1,8-cineole-rich *Eucalyptus* oil. **New forest**, n.4, p.157-178, 1990.
- FAO. **Eucalypts for planting**. 2.ed. Rome: FAO, 1981. 677p.
- FRANICH, R.A. Essential oil composition of juvenile leaves from coppiced *Eucalyptus nitens*. **Phytochemistry**, v.25, n.1, p.245-246, 1986.
- GALANTI, S. **Produção de óleo essencial do *Eucalyptus citriodora* Hooker, no município de Torrinha, Estado de São Paulo**. Viçosa: UFV, 1987. 49p. (Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal)
- LASSAK, E.V. The Australian *Eucalyptus* oil industry, past and present. **Chemistry in Australia**, v.55, p.396-398, 1988.
- LI, H.; MIADEN, J.L.; DAVIES, N.W. Variation in leaf oils of *Eucalyptus nitens* and *E. denticulata*. **Biochemical systematics and ecology**, v.22, n.6, p.631-640, 1994.

- MAFFEIS, A.R.; BRITO, J.O. **Influência do estado nutricional na produção da planta e na qualidade do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora***. Piracicaba: ESALQ / USP, Departamento de Ciências Florestais, 1998. 23p. (Relatório final de trabalho de pesquisa apresentado à FAPESP).
- MARKET STUDY - ESSENTIAL OILS AND OLEORESINS. **A study of selected produces and major markets: financed by the Government of Denmark**. Geneva: International Trade Centre Unctad / GATT, 1986.
- MWANGI, J.W.; GUANTAI, A.N.; MURIUKI, G. *Eucalyptus citriodora*: essential oil content and chemical varieties in Kenya. **East African agricultural forestry journal**, v.46, n.4, p.89-96, 1981.
- NASCIMENTO FILHO, M.B.; MAGALHÃES, J.G.R.; FERNANDES, J.C.; et al. Influência da altura de corte sobre a sobrevivência das touças de *Eucalyptus*. **Silvicultura**, n.28, p.389-390, 1983.
- PENFOLD, A.R.; WILLIS, J.L. **The eucalypts: botany, cultivation, chemistry and utilization**. London: Leonard Hill, 1961. 550p.
- PINTO, A.J.A.; SOUZA, C.J.; DONALÍSIO, M.G.R. Seleção de eucalipto e conteúdo de citral do óleo essencial. **Bragantia**, v.35, n.23, p.115-118, 1976.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.9-22, 1997.
- ROMANI, R.A. **Óleos essenciais de eucalipto**. Piracicaba, 1972. 8p. (Seminário apresentado no Departamento de Silvicultura ESALQ/USP).
- ROSADO, A.M.; PAULA, R.A.; PIRES, I.E. Influência da altura de corte no crescimento e na produção de biomassa e de óleo, em três rotações, em progênies de *Eucalyptus citriodora* In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA / CNPF, 1997. v.3, p.258-261
- SHIVA M.P.; JAIN, P.P. Seasonal effect on essential oil yield from *Eucalyptus* hybrid leaves. **The Indian forester**, v.113, n.12, p.798-800, 1987.
- SILVEIRA, A.M. **Relatório de visita à Sintagro, Fazenda Prata, Prata / MG**. Piracicaba: IPEF, 1995. (não publicado)
- SILVEIRA, A.M. **Relatório de visita à Dierberger Óleos Essenciais S.A.** Piracicaba: IPEF, 1995. (não publicado)
- SILVEIRA, R.L.V.A. **Crescimento e estado nutricional de *Eucalyptus citriodora* cultivado sob doses de boro e sua relação com a agressividade de *Botryosphaeria ribis***. Piracicaba, 1996. 100p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre / Florianópolis: Editora da UFRGS / Editora da UFSC, 1999. p.387-416
- STAPE, J.L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.51-62, 1997.
- VITTI, A.M.S. **Avaliação do crescimento e do rendimento e qualidade do óleo essencial de procedências de *Eucalyptus citriodora***. Piracicaba: 1999. 83p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo
- WANG, H.; WANG, Z.; XIE, P. Genetic and environmental variations of eucalypt leaf oils. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA / CNPF, 1997. v.1, p.213-215
- WARREN, R.G. Practical aspects of marketing essential oils. In: BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. ***Eucalyptus* leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. Melbourne: ACIAR / CSIRO, 1991. p.195-204.