

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

CAROLINA SEFSTROM

**EXTRAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DE
FOLHAS E GALHOS DAS ESPÉCIES *Pinus taeda* E *Eucalyptus
dunni* CULTIVADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2011

CAROLINA SEFSTROM

**EXTRAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DE
FOLHAS E GALHOS DAS ESPÉCIES *Pinus taeda* E *Eucalyptus
dunni* CULTIVADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Prof. Dra. Sirlei Dias Teixeira.

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **EXTRAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DE FOLHAS E GALHOS DAS ESPÉCIES *Pinus taeda* E *Eucalyptus dunnii* CULTIVADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora **Nº 009B2** de 2011.

Fizeram parte da banca os professores:

Prof. Dra. Sirlei Dias Teixeira

Prof. Dr Edimir Andrade Pereira

Prof. Dr. Marcio Barreto Rodrigues

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, José Carlos e Iracema, pelos
exemplos e conselhos dados em todos
os momentos da minha vida.
À eles, que diante das dificuldades, me apoiaram
e me aconselharam a seguir em frente.
Muito obrigada!*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante na minha vida, me dando força e iluminando meu caminho.

À minha família, pelo apoio, motivação, e confiança que depositam em mim.

À professora orientadora Dr^a Sirlei Dias Teixeira, pela orientação do trabalho, incentivo, paciência, ensinamentos prestados e amizade.

Aos professores, Dr. Edimir Andrade Pereira e Dr. Marcio Barreto Rodrigues, pelas sugestões em prol do melhoramento do trabalho.

À todos os professores que de alguma forma fizeram parte da minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de Iniciação Científica, que contribuíram desde o desenvolvimento dos experimentos realizados, até a obtenção dos resultados.

Aos meus colegas de curso, pela amizade, força e risos, durante essa etapa tão importante em nossas vidas.

E, finalmente, a todos que fizeram parte dessa longa caminhada e que contribuíram para mais essa conquista em minha vida. Muito obrigada.

A ciência será sempre uma busca e jamais uma descoberta.
É uma viagem, nunca uma chegada. (Karl Popper).

RESUMO

SEFSTROM, Carolina. Extração e identificação do óleo essencial de folhas e galhos de *Pinus taeda* e de *Eucalyptus dunni* cultivadas no sudoeste do Paraná. 2011. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

A extração de óleos essenciais de plantas tem sido muito utilizada em indústrias das áreas farmacêutica, cosmética, ambiental, etc. Nesse contexto o presente trabalho abordou a extração de óleo essencial de folhas e galhos de *Pinus* e de *Eucalypto*. Visto que a madeira proveniente dessas plantas é bastante cultivada na região sudoeste do Paraná para fabricação de móveis, e suas folhas são pouco aproveitadas industrialmente, a extração de óleo essencial poderá se constituir em uma alternativa lucrativa para o produtor. As extrações foram realizadas por hidrodestilação, a partir de um planejamento fatorial que possibilitou a determinação das variáveis que apresentaram maior significância no rendimento de óleo essencial obtido. Além disso, foi possível identificar, através da comparação de espectros de massas, mais de 95% dos compostos presentes nas amostras de óleo essencial, tanto de *Pinus* como de *Eucalypto*. Os principais componentes (maior concentração), encontrados na amostra de *Pinus* foram o β -felandreno (30,39%), o triciclono (26,14%) e o β -pineno (22,49%) e, na amostra de *Eucalypto*, 60,74% de 1,8-cineol ou eucaliptol, seguido do α -pineno presente em um teor de 16,39%.

Palavras chaves: *Pinus taeda*, *Eucalyptus dunni*, extração, óleo essencial.

ABSTRACTS

SEFSTROM, Carolina. Extraction and identification of the essential oil of leaves and branches of *Pinus taeda* and *Eucalyptus dunnii* grown in southwestern Paraná. 2011. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

The extraction of essential oils from plants has been widely used in industries of pharmaceutical, cosmetic, environmental, etc. In this context the present study addressed the extraction of essential oil of leaves and branches of pine and Eucalypt. Since the wood from these plants is largely grown in the southwestern region of Paraná for furniture manufacturing, and its leaves are little-used industrially, the extraction of essential oil could constitute a lucrative alternative to the producer. The extractions were performed by hydrodistillation, from a factorial design which allowed the determination of the variables that had greater significance in the essential oil yield obtained. Moreover, it was possible to identify, by comparing mass spectra, over 95% of the compounds present in the samples of essential oil, both pine as eucalypti. The main components (higher concentration), found in the sample of Pinus were the β -phellandrene (30.39%), the tricicleno (26.14%) and β -pinene (22.49%), and the sample of eucalypti, 60.74% of 1.8-cineol or eucalyptol, followed by α -pinene present in an amount of 16.39%.

Keywords: *Pinus taeda*, *Eucalyptus dunnii*, extraction, essential oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aparelho de Clevenger.....	24
Figura 2 – Resultado do primeiro planejamento fatorial feito para o <i>Pinus taeda</i>	26
Figura 3 – Contorno e superfície de resposta estimada (superfície de contato e tempo de secagem).....	27
Figura 4 – Gráfico de Pareto para a segunda bateria de extrações de <i>Pinus taeda</i>	29
Figura 5 – Cromatograma do óleo essencial de <i>Pinus taeda</i>	30
Figura 6 – Espectro de massas do triciclono.....	31
Figura 7 – Espectro de massas do β – pineno	31
Figura 8 – Espectro de massas do β – mirceno	32
Figura 9 – Espectro de massas do β – felandreno	32
Figura 10 – Espectro de massas do α – terpenol.....	32
Figura 11 – Cromatograma do óleo essencial de <i>E. dunnii</i>	33
Figura 12 – Espectro de massas do α – pineno	35
Figura 13 – Espectro de massas do α - cimeno	35
Figura 14 – Espectro de massas do limoneno	35
Figura 15 – Espectro de massas do 1,8 – cineol (eucaliptol)	36
Figura 16 – Espectro de massas do γ – terpineno	36
Figura 17 – Espectro de massas do mircenol	36
Figura 18 – Espectro de massas do longifoleno.....	36
Figura 19 – Espectro de massas do globulol	37
Figura 20 – Porcentagem dos compostos identificados (I) e não identificados (NI) na amostra de óleo essencial de <i>P. taeda</i>	37
Figura 21 – Porcentagem dos compostos identificados (I) e não identificados (NI) na amostra de óleo essencial de <i>E. dunnii</i>	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis analisadas por planejamento fatorial	25
Tabela 2 – Resultados das extrações para o <i>Pinus taeda</i>	25
Tabela 3 – Variáveis analisadas na segunda bateria de extrações.....	28
Tabela 4 – Resultados da segunda bateria de extrações para o <i>Pinus taeda</i>	28
Tabela 5 – Teor (%) de compostos presentes no óleo essencial extraído de	30
Tabela 6 – Rendimento (m/v) da extração de óleo essencial de <i>E. dunnii</i>	33
Tabela 7 – Teor (%) de compostos presentes no óleo essencial extraído de acículas de <i>E. dunnii</i>	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	16
3.2 LOCAIS DE RESERVA NA PLANTA	16
3.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E QUALIDADE DO ÓLEO	17
3.3.1 Variabilidade genética	17
3.3.2 Idade da folha	17
3.3.4 Manejo da cultura	18
3.3.5 Métodos de amostragem, extração e análise	18
3.4 MANEJO FLORESTAL DE <i>EUCALIPTO</i>	19
3.4.1 Sistema Tradicional	19
3.4.2 Sistema Mecanizado	19
3.5 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	19
3.6 CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA AO ESPECTRÔMETRO DE MASSAS (GC/MS)	20
3.7 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	21
4 METODOLOGIA	22
4.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL	22
4.2 SECAGEM	22
4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	23
4.3.1 Folhas e galhos de <i>Pinus</i>	23
4.3.2 Folhas e galhos de <i>Eucalypto</i>	23
4.4 ANÁLISE DO ÓLEO ESSENCIAL	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE <i>PINUS</i>	25
5.1.1 Primeiro planejamento fatorial	25
5.1.2 Segundo planejamento fatorial	27
5.2 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS CONSTITUINTES DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Pinus taeda</i>	29

5.3 EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE <i>EUCALYPTO</i>	32
5.3.1 Análise dos principais constituintes do óleo essencial de <i>E. dunnii</i>	33
6 CONCLUSÕES	39
7 REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Baena (1994) apud Marcelino (2004), atualmente os maiores reflorestamentos são implantados com gêneros exóticos, principalmente *Eucalypto* e *Pinus*.

A falta de informações sobre a caracterização e quantidade de resíduos gerados na indústria madeireira não possibilitam indicar modelos de gestão. Muitas empresas promovem a queima em fornos como forma de reduzir o volume do material (como por exemplo, folhas) a ser eliminado. Ou ainda para geração de energia, através da combustão. Este tipo de aproveitamento agrega pouco valor ao produto final. Em função do grande volume e baixo poder calorífico essa prática adotada não utiliza a totalidade das folhas, permanecendo grande volume na própria propriedade, sendo, dessa forma, desperdiçadas (MARCELINO, 2004).

Há necessidade de contínuo estudo das matérias-primas utilizadas, incluindo o amplo leque de produtos florestais não-madeireiros associados, obtidos de raízes, tronco, cascas, folhas, sementes, frutos, caracterizados pelas gomas, resinas, extratos, óleos essenciais, etc., que podem apresentar importantes potenciais de aplicações, bem como dos resíduos gerados (MARCELINO, 2004).

Uma possibilidade a ser considerada é a utilização das folhas de pinus e de eucaliptos na obtenção de óleos essenciais. O conhecimento sobre óleos essenciais de plantas data desde alguns séculos antes da era cristã (VITTI et al., 2003). Em meados do século XVIII, iniciaram-se os estudos para caracterizar quimicamente esses compostos voláteis. Óleos essenciais são metabólitos secundários voláteis que as plantas produzem para suas necessidades não nutricionais, com fins de proteção ou de atratividade (KÉÏTA et al., 2000). Relata-se que cerca de 60% dos óleos essenciais possuem propriedades antifúngicas e 35% exibem propriedades antibacterianas (OLIVEIRA, 2006).

Atualmente existe um número muito grande de plantas conhecidas que produzem óleo essencial com fins comerciais. Alguns tipos de óleo essencial são obtidos sinteticamente devido a dificuldade de obtenção das plantas que os produzem (VITTI et al., 2003).

Segundo Alves (1992) apud Estanislau (2001), o *Eucalypto* tem sido considerado útil em áreas como: ambiental, farmacêutica, cosmética. O gênero

Eucalyptus apresenta propriedades antifúngica, antiséptica, adstringente, antiinflamatória, antibacteriana, cicatrizante e desinfetante com um grande potencial.

O *Pinus* tem propriedades antiinflamatória, anti-séptica, balsâmica, descongestionante, desodorizante, diurética, desinfetante, expectorante, fortificante, sudorífera, estimulante e tônica (Óleo Essencial de Pinho, 2009).

O presente trabalho consiste na extração, identificação e comparação com dados existentes na literatura do óleo essencial obtido das folhas das espécies de *Eucalypto* e de *Pinus* plantados na região Sudoeste do Paraná, utilizados posteriormente na fabricação de painéis de aglomerados pela indústria madeireira e fornecidos para a indústria moveleira da região. Desta forma, há necessidade de otimização dos processos – tanto da coleta como da extração.

As espécies a serem estudadas foram selecionadas em função do desenvolvimento do projeto de Iniciação Científica, dando base para esse trabalho. Portanto, foram feitas extrações com *Pinus taeda* L. e, com o eucalipto *Eucalyptus dunnii* Maiden.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Extrair, por hidrodestilação, o óleo essencial de folhas de *Eucalypto* e *Pinus*, procurando otimizar o processo, analisar e identificar cada amostra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o óleo essencial pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger;
- Avaliar o tempo de extração, o tamanho das folhas ou acículas, o tempo de secagem e a quantidade de biomassa, que podem acarretar em diferentes rendimentos;
- Identificar a composição química do óleo essencial das folhas de *Eucalipto* e de *Pinus*;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são definidos pela Internacional Standard Organization (ISO), como produtos obtidos de partes das plantas, através da destilação por arraste a vapor d'água, bem como produtos obtidos por expressão dos pericarpos de frutos cítricos. Geralmente são líquidos com aparência oleosa a temperatura ambiente, são voláteis e possuem ainda um aroma típico da planta que foi extraído. Seu sabor é geralmente ácido e picante, sendo incolores ou ligeiramente amarelados, com algumas exceções como o da camomila que apresenta coloração azulada. São instáveis na presença de ar, luz, calor, umidade e metais. A maioria dos óleos essenciais possui índice de refração e são opticamente ativos, contribuindo na sua identificação e controle de qualidade (BIASE et al., 2009).

De acordo com Doran (1991) apud Vitti (2003), os óleos extraídos das folhas de eucalipto possuem uma grande mistura de componentes, destacando-se hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres. Ocorrem principalmente nas folhas, produzindo-se nas glândulas. A origem biossintética dos óleos essenciais de eucalipto se relaciona com seu metabolismo secundário, conferindo a planta a capacidade de se adaptar no meio em que vive, além de sua defesa contra insetos, resistência da planta ao frio, redução na perda de água.

Os óleos essenciais não apresentam nenhuma relação com os óleos comestíveis, uma vez que, não são ésteres de glicerol. São inflamáveis e solúveis em álcool e éter, mas insolúveis em água. A sua utilização na indústria de processamento de alimentos continua crescendo, em substituição aos condimentos na forma natural, em virtude de sua uniformidade, estabilidade e higiene (ARAÚJO, 2008), além da aplicação nas indústrias de cosméticos, farmacêutica, ambiental, entre outras.

3.2 LOCAIS DE RESERVA NA PLANTA

As estruturas secretoras, que armazenam o óleo essencial, se distribuem em diversos órgãos das espécies aromáticas, e com isso, ele pode ser obtido das

folhas, frutos, sementes, folhas, caules, raízes e rizomas, de acordo com a planta a ser estudada. O teor e a composição do óleo variam de acordo com o órgão e o estágio de desenvolvimento da planta (BIASI et al., 2009).

3.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUÇÃO E QUALIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL

Existem vários fatores que influenciam na obtenção de óleo essencial. Os mais citados são: a variabilidade genética, a idade da folha, as condições ambientais, o tipo de manejo florestal, os métodos utilizados para amostragem das folhas, os processos de extração e análise do óleo.

3.3.1 Variabilidade genética

É considerado um instrumento valioso para a realização de trabalhos de melhoramento, visando o incremento na produção de óleo e o aumento das quantidades dos componentes químicos desejados (VITTI et al., 2003).

Segundo Brooker et al., (1988) e Doran (1991) apud Vitti (2003), 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 podem ser usadas na identificação de espécies, sub-espécies ou variedades.

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.

3.3.2 Idade da folha

Nas espécies de *Eucalypto* as glândulas podem ser observadas desde o início de desenvolvimento das folhas, mas não existe uma tendência clara sobre a

influência da idade da folha com relação a produção de óleo essencial (VITTI et al., 2003).

3.3.3 Ambiente

De acordo com Simões e Spitzer (1999) apud Vitti (2003), o ambiente influencia muito na produção e composição química dos óleos essenciais. Temperatura, umidade, vento, solo, época do ano, exposição ao sol, possui influência direta principalmente nas plantas que constituem o óleo na superfície da folha.

3.3.4 Manejo da cultura

Os plantios que consistem no manejo de corte raso da planta e na condução da brotação das cepas tem maior taxa de crescimento do que as formadas por mudas, pois há maior facilidade na absorção de água e nutrientes, segundo Reis e Reis (1997). Os mesmo autores afirmam que a adubação após o corte é importante, pois aumenta a fertilidade do solo.

3.3.5 Métodos de amostragem, extração e análise

Alguns cuidados devem ser tomados na determinação do rendimento e qualidade do óleo. Para uma boa amostragem, a coleta deve ser aleatória observando o tipo e a idade da folha. As técnicas utilizadas para a destilação e os aparelhos devem ser testados, diminuindo possíveis erros. A análise deve ser muito cuidadosa, com um técnico experiente acompanhando (PENFOLD E WILLIS, 1961 apud, VITTI et al., 2003).

3.4 MANEJO FLORESTAL DE *EUCALIPTO*

3.4.1 Sistema Tradicional

O sistema tradicionalmente utilizado nos plantios destinados a produção de óleo essencial de eucalipto é o de talhadia, onde é feito o corte raso da planta e na condução da brotação das cepas. Geralmente o corte raso é feito quando a planta tem uns 4 ou 5 anos de idade, pois a partir disso as folhas ficam muito difíceis de se coletar, já que a árvore adquire uma altura de 2 a 4 metros (VITTI et al., 2003).

Segundo 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.

Este sistema permite que, além da utilização das folhas para a extração do óleo essencial, também se pode utilizar o tronco para a produção de postes ou madeira para a serraria (VITTI et al., 2003).

3.4.2 Sistema Mecanizado

Por esse processo, procura-se aumentar o rendimento operacional de coleta das folhas. Utiliza-se um trator que realiza o corte raso das árvores que são ou colocadas num picador, ou manualmente são desgalhadas com o uso de facões. Esse processo é mais vantajoso com relação ao anterior, devido: ao maior rendimento da coleta com menos funcionários; solo e gramíneas não são transportadas; o material obtido é mais homogêneo, resultando em maior rendimento na destilação (VITTI et al., 2003).

3.5 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

Os métodos mais utilizados para a extração do óleo essencial são a hidrodestilação e arraste a vapor, mas diversos outros métodos podem ser usados de acordo com o valor comercial e a planta de onde será extraído o óleo (STEFFENS, 2010).

A destilação por arraste a vapor é um processo tradicional na obtenção dos óleos essenciais, a partir das folhas e caules de plantas aromáticas. Também é muito usada pela indústria por ser barata e, quando comparada com os métodos tecnológicos mais avançados, como, por exemplo, a extração com fluido supercrítico de acordo com Cassel e Vargas (2006) apud Steffens (2010). Consiste na vaporização a temperaturas inferiores das de ebulição de cada um dos componentes voláteis por efeito de uma corrente direta de vapor de água.

A relativa instabilidade das moléculas que constituem os óleos voláteis torna difícil sua conservação, deteriorando-os e reduzindo seu valor comercial (OLIVEIRA e JOSE, 2007).

O extrato bruto obtido é extraído diversas vezes com solventes orgânicos, os quais são posteriormente removidos, o que resulta em um produto final constituído de voláteis e material resinoso não-volátil contendo o princípio ativo característico. Os solventes comumente utilizados são hexano, cloreto de metileno, acetona, etanol, água, óleos vegetais e CO₂ líquido. Após sua remoção o extrato bruto contém, além do óleo essencial, lipídios, ceras, pigmentos e outras substâncias extraídas (ARAÚJO, 2008).

3.6 CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA AO ESPECTRÔMETRO DE MASSAS (GC/MS)

É um método muito adequado para a identificação de óleos essenciais devido aos componentes do óleo serem compostos voláteis de baixo peso molecular (< 300 Dalton; aproximadamente $4,98 \times 10^{-25}$ Kg/mol). O óleo essencial é injetado no cromatógrafo e os componentes do mesmo se separam e, em seguida, penetram no espectrômetro de massas, que permite registrar o correspondente espectro de cada uma das substâncias separadas. Os constituintes do óleo essencial são identificados por comparação aos diferentes padrões de fragmentação que se observam em seus espectros de massas presentes em bibliotecas de espectros, onde se relacionam os espectros obtidos das análises com os do banco de dados das bibliotecas. Existem bases de dados, como a biblioteca Adams, com os espectros de massas de muitos componentes (Serafini, 2002).

A cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massa permite realizar em uma só operação, para uma amostra da ordem de 1µL, uma análise qualitativa junto com uma indicação das proporções em que se encontram os componentes. Quando se dispõe de substância padrão, a calibração do equipamento permite uma análise quantitativa exata da amostra (Bandoni, 2008).

3.7 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

O óleo essencial não é um produto simples de um componente, é um produto composto podendo ultrapassar 300 componentes químicos diferentes. Tal diversidade e complexidade fazem do óleo essencial puro um produto altamente valorizado, com aplicação em diversas áreas: área da saúde devido ao seu potencial terapêutico, área da perfumaria e cosmética devido a sua refinada e complexa composição aromática, área alimentícia devido ao seu potencial como aditivo flavorizante, área de aromatização ambiental e produtos domissanitários, e a mais nova área, que é a da moda, confeccionando fibras onde os óleos essenciais inicialmente retidos vão sendo liberados na medida da utilização das peças em couro, bolsas, cintos, roupas. Os componentes químicos dos óleos essenciais apresentam estruturas diversas como terpenos, sesquiterpenos, fenólicos, fenilpropanóides, alifáticos não-terpênicos, heterocíclicos, álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, ésteres, acetatos, cada qual com sua característica aromática e ação bioquímica (Wolffenbüttel, 2007).

A maioria dos óleos essenciais possui derivados de fenilpropanóides ou terpenóides. Os fenilpropanóides se formam a partir do ácido chiquímico, que formam unidades de ácido cinâmico e *p-cumárico*, sendo que este último produz propenilbenzeno, através de reduções enzimáticas e por oxidações com degradação das cadeias laterais, gerando aldeído aromático (STEFFENS, 2010).

Segundo Lanças e Cavichiloli (1990) apud Steffens (2010), terpenos, hidrocarbonetos e derivados oxigenados terpenóides são os principais constituintes dos óleos essenciais. Dentre eles, os terpenos são a principal classe, ou seja, são os principais componentes, sendo que um exemplo é o d-limoneno, um monoterpeno presente na maioria dos óleos essenciais.

4 METODOLOGIA

A extração de óleo essencial permitirá identificar os compostos orgânicos presentes no óleo extraído de folhas de *Pinus* e de *Eucalypto*. Essa identificação será feita por meio da comparação de seus espectros de massas (ADAMS, 2007).

Como esse trabalho é baseado em um projeto de Iniciação Científica, as extrações de folhas e galhos de *Pinus* e de *Eucalypto* foram feitas de maneiras diferentes. As extrações com folhas e galhos de *Eucalypto* foram realizadas nas mesmas condições, com aparelho de Clevenger. Para a extração com as acículas de *Pinus* foi utilizado um planejamento experimental de escolha das melhores condições para obtenção do melhor rendimento.

Nesse planejamento as extrações foram feitas com quatro diferentes variáveis (quantidade de biomassa, tempo de extração, superfície de contato e tempo de secagem), ou seja, um planejamento fatorial de 2^4 com um ponto intermediário feito em triplicata, totalizando dezenove extrações.

4.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

O material vegetal (folhas e galhos de *Pinus* e de *Eucalypto*) foi coletado na região de Palmas – PR., e levado para o laboratório da UTFPR – Pato Branco, de forma que a primeira hidrodestilação realizada se desse após 24 horas a contar do horário da coleta em campo.

4.2 SECAGEM

A secagem foi realizada em temperatura ambiente e em períodos diferentes: 24, 48 e 72 horas, para possibilitar a realização de comparações de rendimento (planejamento fatorial), no caso das folhas de *Pinus*. As folhas de *Eucalypto* foram secas, por 24 e 72 horas, nas mesmas condições das folhas de *Pinus*, para a obtenção do óleo essencial apenas para a análise de sua composição.

4.3 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

4.3.1 Folhas e galhos de *Pinus*

Após a secagem, as folhas e galhos de *Pinus taeda* selecionadas foram levadas para laboratório, para a hidrodestilação em aparelho de Clevenger. A quantidade de biomassa, o tempo de extração, a superfície de contato e o tempo de secagem foram determinados de acordo com o desenvolvimento de um planejamento fatorial, para otimização do processo.

4.3.2 Folhas e galhos de *Eucalypto*

Em laboratório, utilizando-se um aparelho de Clevenger, por meio de hidrodestilação, foram obtidas duas amostras de óleo essencial. A primeira obtida com duas horas de extração, a partir de 30 gramas de biomassa (folhas e galhos de *Eucalypto dunnii*), consideradas como material vegetal fresco, pois haviam sido coletados a menos de 24 horas. A segunda amostra obtida também com duas horas de extração, a partir de 30 gramas de biomassa (folhas e galhos de *Eucalypto dunnii*), secas por um período de 72 horas.

Na Figura 1 é apresentada a montagem do aparelho Clevenger para a hidrodestilação. Em todas as extrações o volume de água destilada utilizado foi de 500 mL. O volume de óleo essencial obtido, quando possível de ser visualizado, foi registrado.

Após a coleta do óleo, parte do Clevenger, era lavado com éter etílico P.A e em seguida com água destilada, para que resquícios do óleo pudessem ser aproveitados. Em seguida procedia-se a secagem do óleo essencial utilizando-se uma pequena quantidade de secante (sulfato de sódio anidro). O óleo essencial puro era armazenado em vials, mantidos refrigerados até serem levados para análise.



Figura 1 – Aparelho de Clevenger
Fonte: Próprio Autor

4.4 ANÁLISE DO ÓLEO ESSENCIAL

Os óleos essenciais foram analisados no laboratório da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba/PR – com o auxílio de um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrômetro de massas – CG/EM, da marca Varian.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Pinus*

5.1.1 Primeiro planejamento fatorial

Para a extração de óleo essencial de *Pinus*, fez-se uso inicialmente, de um planejamento fatorial, com variável de 2^4 , conforme dados apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Variáveis analisadas por planejamento fatorial

Variáveis	(-)	(0)	(+)
1. Biomassa (gramas)	20	30	40
2. Tempo de extração (horas)	1,0	1,5	2,0
3. Superfície de contato (centímetros)	2,0	3,0	4,0
4. Tempo de secagem (horas)	24	48	72

Na Tabela 2, estão os resultados da otimização de extrações para o *Pinus taeda* (m/v):

Tabela 2 – Resultados das extrações para o *Pinus taeda*

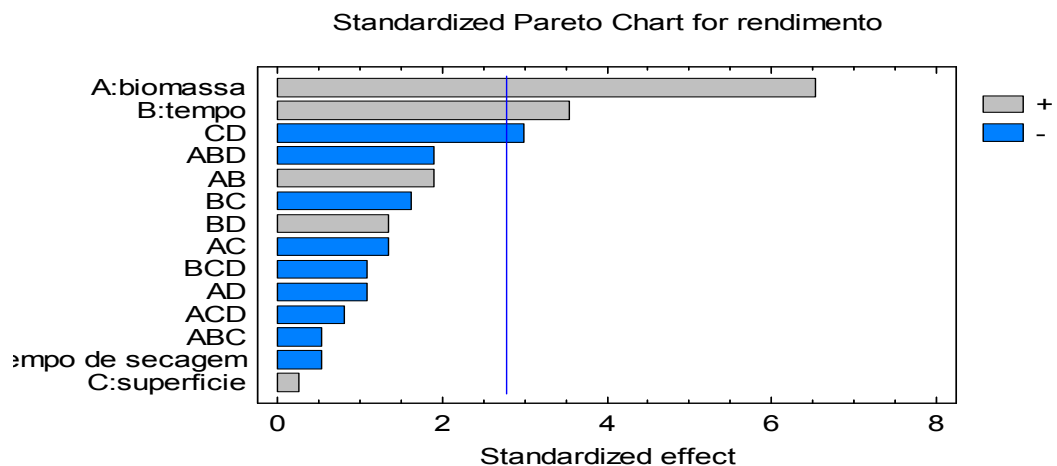
(continua)

Extração	Biomassa (g)	Tempo de extração (h)	Superfície de contato (cm)	Tempo de secagem (h)	Rendimento (mL)
1	20	1,0	2,0	24	0,05
2	40	1,0	2,0	24	0,10
3	20	2,0	2,0	24	0,05
4	40	2,0	2,0	24	0,15
5	20	1,0	4,0	24	0,10
6	40	1,0	4,0	24	0,12
7	20	2,0	4,0	24	0,07
8	40	2,0	4,0	24	0,18
9	20	1,0	2,0	72	0,05
10	40	1,0	2,0	72	0,10

Tabela 2 – Resultados das extrações para o *Pinus taeda*

Extração	Biomassa (g)	Tempo de extração (h)	Superfície de contato (cm)	Tempo de secagem (h)	(conclusão)
					Rendimento (mL)
11	20	2,0	2,0	72	0,10
12	40	2,0	2,0	72	0,19
13	20	1,0	4,0	72	0,05
14	40	1,0	4,0	72	0,10
15	20	2,0	4,0	72	0,09
16	40	2,0	4,0	72	0,10
17	30	1,5	3,0	48	0,10
18	30	1,5	3,0	48	0,09
19	30	1,5	3,0	48	0,08

A partir dos resultados mostrados na Tabela 2, foi possível ter indicações de quais variáveis provavelmente afetam o rendimento de óleo essencial obtido. Pode-se visualizar o resultado do primeiro planejamento fatorial na Figura 2:

Figura 2 – Resultado do primeiro planejamento fatorial feito para o *Pinus taeda*

Através da observação do gráfico de Pareto (Figura 2), pode-se afirmar que a biomassa e o tempo de extração foram os fatores que tiveram maior influência

quando comparado com as demais variáveis. Enquanto que o tempo de secagem e a superfície de contato, influenciaram menos.

Na Figura 3, é demonstrada a relação entre a biomassa e o tempo de secagem, observando-se que quanto mais vermelha estiver a superfície do gráfico, maior será o rendimento obtido das variáveis analisadas. Neste caso, a biomassa juntamente com o tempo de secagem, apresentaram um baixo rendimento, comprovado pelo gráfico de Pareto.

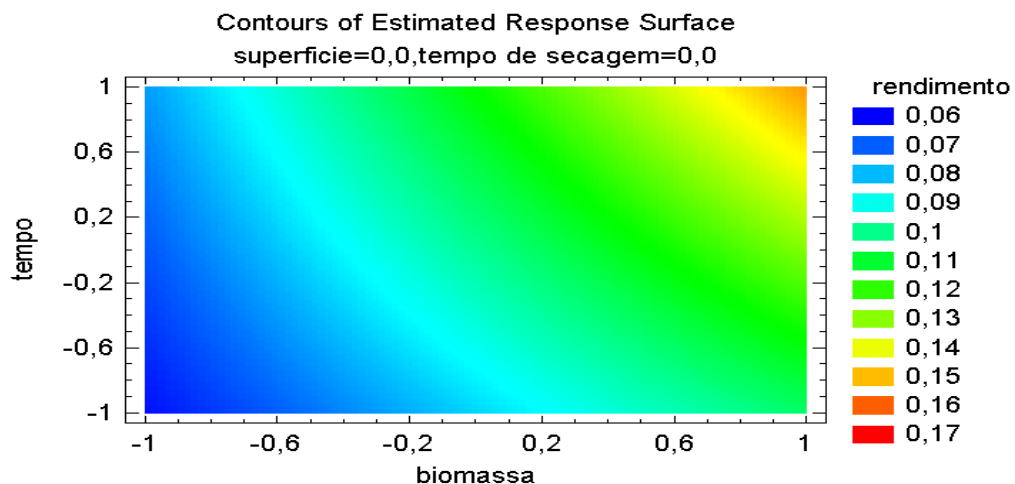


Figura 3 – Contorno e superfície de resposta estimada (superfície de contato e tempo de secagem)

5.1.2 Segundo planejamento fatorial

A partir dos resultados preliminares, foi realizado uma nova bateria de extrações, tendo como suporte um segundo planejamento fatorial, sendo utilizadas, as variáveis que mais influenciaram (tempo de extração e quantidade de biomassa), além da superfície de contato. Este segundo planejamento fatorial foi feito a fim de permitir a confirmação, ou não, dos resultados além de favorecer uma análise mais detalhada das variáveis e níveis que pressupõem-se serem as mais significativas na obtenção de melhores rendimentos.

Assim, a Tabela 3 mostra as variáveis analisadas na segunda bateria de extrações. Nesta tabela, a superfície de contato está sendo considerada da seguinte forma: *pulverizado* - moído, triturado em moinho; *média* - em torno de 4 cm; *inteira* –

folhas inteiras e galhos minimamente cortados, apenas o necessário para acondicioná-los em balão de vidro de 1 litro.

Tabela 3 – Variáveis analisadas na segunda bateria de extrações

Variáveis	(-)	(0)	(+)
1. Tempo de extração (horas)	1,50	1,75	4,0
2. Biomassa (gramas)	20,0	56,5	113,0
3. Superfície de contato (cm)	Pulverizado	Média	Inteira

Com a realização da segunda bateria de extrações para o *Pinus taeda*, obteve-se os seguintes resultados de rendimento (m/v), apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 – Resultados da segunda bateria de extrações para o *Pinus taeda*

Extração	Tempo de extração (h)	Biomassa (g)	Sup. de contato (cm)	Vol. final (mL)
1	1,50	20,0	Pulverizado	0,08
2	4,0	20,0	Pulverizado	0,09
3	1,50	113,0	Pulverizado	0,15
4	4,0	113,0	Pulverizado	0,18
5	1,50	20,0	Inteira	0,04
6	4,0	20,0	Inteira	0,1
7	1,50	113,0	Inteira	0,1
8	4,0	113,0	Inteira	0,05
9	1,75	56,5	Média	0,08
10	1,75	56,5	Média	0,06
11	1,75	56,5	Média	0,08

Analisando o gráfico de Pareto (Figura 4), para a segunda bateria, observou-se que todas as variáveis resultaram em efeitos não significativos por se apresentarem relativamente menores ao erro experimental da determinação que é representado pela linha vertical no gráfico de Pareto. Mesmo assim, insistindo em uma análise, a variável que indicou maior relevância para o rendimento foi a superfície de contato, o que contradiz a primeira bateria de extrações. Provavelmente, quando da escolha dos tamanhos do corte do material vegetal, as medidas escolhidas foram muito próximas (2, 3 e 4 cm), não havendo diferença

significativa entre as amostras de cada extração. Já na segunda bateria (segundo planejamento fatorial), as dimensões foram bem distintas: biomassa pulverizada, média e inteira. A biomassa continuou tendo um significado interessante, indicando que possivelmente, quanto maior a quantidade de biomassa utilizada, maior o rendimento de óleo essencial.

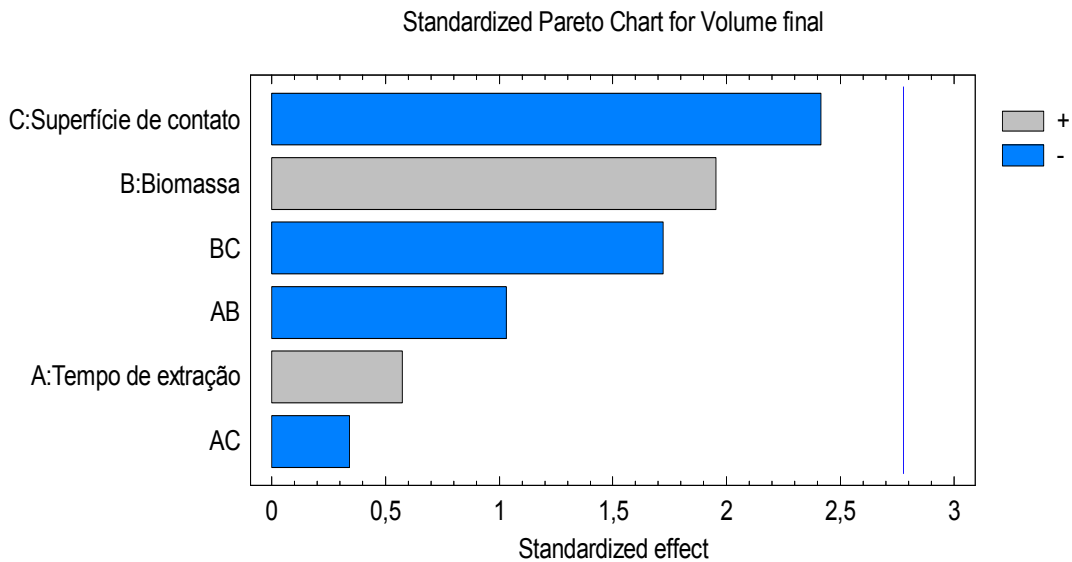


Figura 4 – Gráfico de Pareto para a segunda bateria de extrações de *Pinus taeda*

Finalizando, o maior rendimento foi observado na extração 4 (Tabela 4), com 4 horas de extração, biomassa pulverizada e em quantidade máxima.

5.2 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS CONSTITUINTES DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Pinus taeda*

A análise dos constituintes do óleo essencial de *Pinus taeda*, foi realizada através de cromatografia gasosa acoplada a um espectrômetro de massas. Essa análise indicou 24 componentes presentes no óleo de *Pinus*, sendo que destes, 16 foram identificados através de comparações dos espectros do óleo de pinus com os espectros de referências bibliográficas como Adams (2007).

Na Figura 5 é mostrado o cromatograma do óleo essencial de *Pinus taeda*:

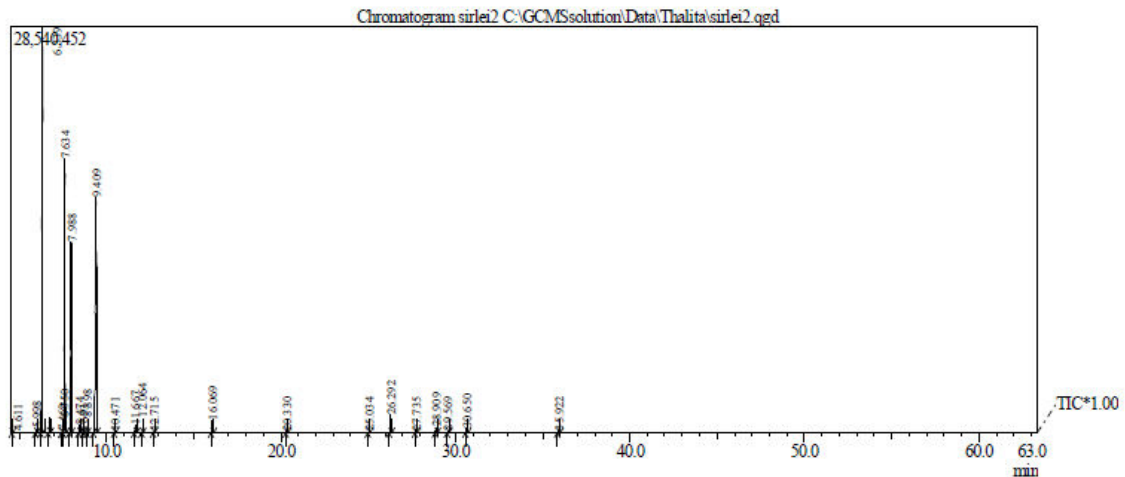


Figura 5 – Cromatograma do óleo essencial de *Pinus taeda*

No cromatograma acima (Figura 5) é mostrado o tempo de retenção, em relação à concentração de cada constituinte do óleo essencial de *P. taeda*.

Na tabela 5, são apresentados os constituintes identificados com seus teores (%), seus tempos de retenção (TR), e seus respectivos índices de retenção (IR), do óleo essencial de *P. taeda*.

Tabela 5 – Teor (%) de compostos presentes no óleo essencial extraído de acículas de *P. taeda*

(continua)

Compostos presentes	Teor dos compostos (%)	Tempo de retenção (min)	Índice de Retenção (IR)
α – pineno	0,25	5.998	939
Triciclono	26,14	6.339	926
Canfeno	0,91	6.750	953
Sabineno	0,04	7.469	976
β – pineno	22,49	7.634	980
β – mirceno	14,32	7.988	991
Δ - careno	0,07	8.898	1001
β – felandreno	30,39	9.409	1031
γ – terpineno	0,05	10.471	1062
<i>p</i> -menta-2,4(8)-dieno	0,55	11.667	1086
Linalool	0,04	12.064	1098
Exo - fenchol	0,04	12.715	1117
α – terpenol	1,04	16.069	1189
Bornil acetato	0,11	20.330	1285

Tabela 5 – Teor (%) de compostos presentes no óleo essencial extraído de acículas de *P. taeda*

Compostos presentes	Teor dos compostos (%)	Tempo de retenção (min)	(conclusão)
			Índice de Retenção (IR)
Germacreno A	0,06	25.034	1503
Manool	0,18	35.922	2056
Outros	3,43		
TOTAL	100		

O β -felandreno foi o componente encontrado em maior percentual na amostra de *P. taeda* 30,39%. O segundo em teor foi identificado como sendo o triciclono (26,14%), seguido do β -pineno (22,49%).

Os espectros de massas dos componentes que se apresentaram em maior concentração no óleo essencial de *P. taeda* são mostrados nas figuras 6, 7, 8, 9 e 10 respectivamente:

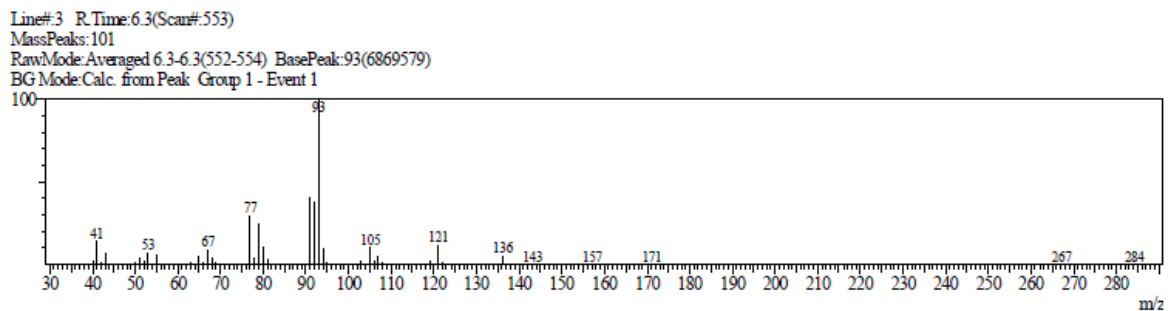


Figura 6 – Espectro de massas do triciclono

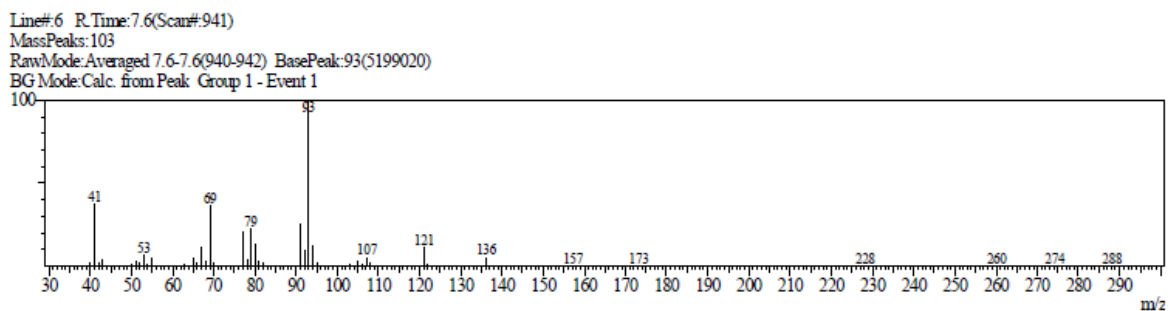


Figura 7 – Espectro de massas do β – pineno

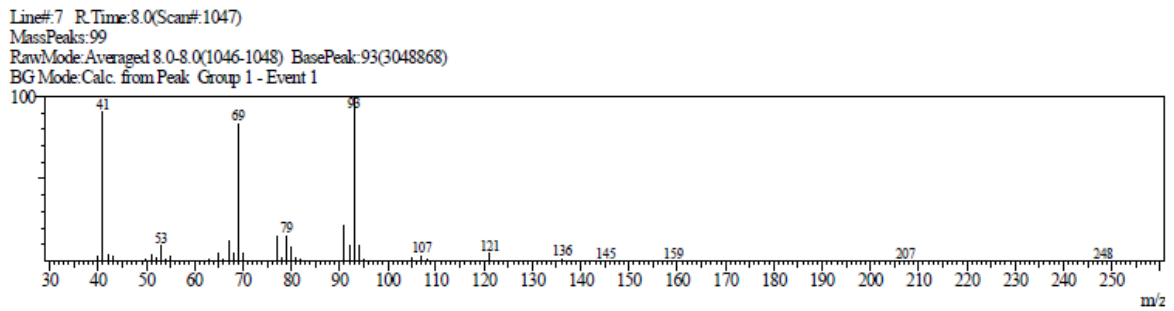


Figura 8 – Espectro de massas do β – mirceno

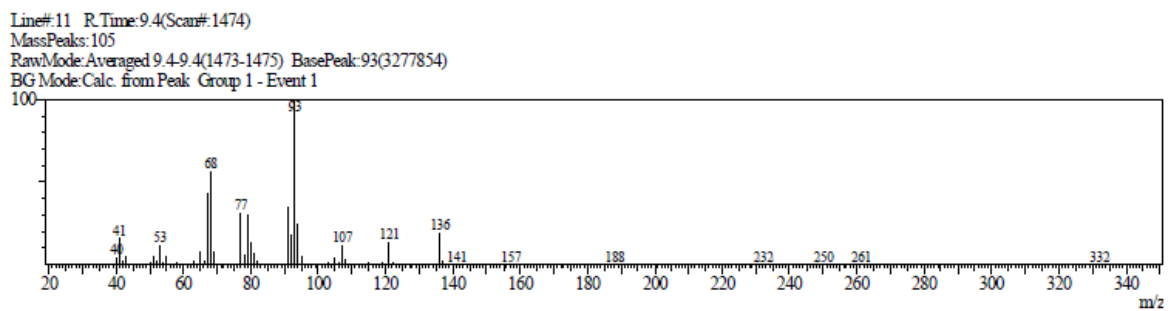


Figura 9 – Espectro de massas do β – felandreno

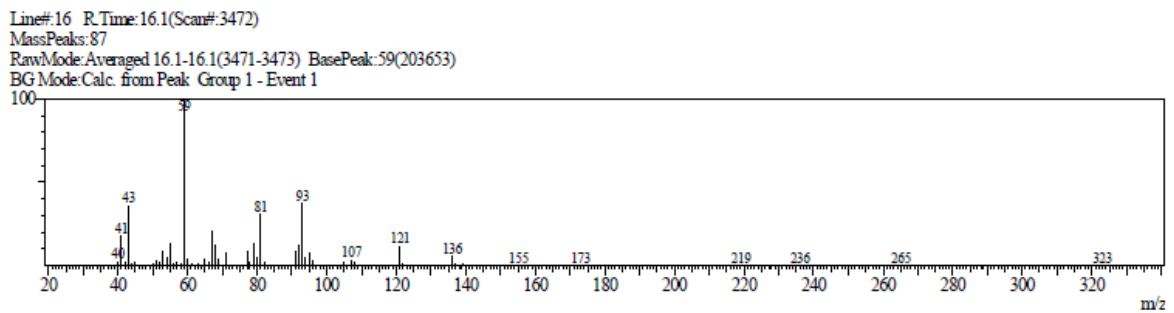


Figura 10 – Espectro de massas do α – terpenol

5.3 EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Eucalypto*

Foram realizadas duas extrações para o *E. dunnii*. Estas foram feitas com tempo de extração e biomassas iguais, sendo que a diferença foi na secagem das folhas, frescas e secas.

Desta forma, pode-se perceber que com uma mesma quantidade de biomassa e mesmo tempo de extração, o rendimento de óleo essencial extraído foi maior para as folhas e galhos que foram secos, como indicado na Tabela 6:

Tabela 6 – Rendimento (m/v) da extração de óleo essencial de *E. dunni*

Secagem das folhas (horas)	Biomassa (gramas)	Tempo de extração (horas)	Rendimento (mL)
Frescas *	30,0	2,0	0,2
72 horas	30,0	2,0	0,4

* extração feita dentro das 24 horas após a coleta.

Por ter sido realizado sem um processo de otimização, diferentemente do *P. taeda*, deve-se considerar que esses resultados podem não ser totalmente verdadeiros, pois a otimização indica um caminho a seguir, evitando erros que algumas vezes não são notados. Além da economia de tempo, pois as extrações estarão definidas e trarão respostas significativas.

5.3.1 Análise dos principais constituintes do óleo essencial de *E. dunni*

Para a realização da análise dos constituintes do óleo essencial de *E. dunni*, também foi utilizado um cromatógrafo gasoso acoplado a um espectrômetro de massas. Foram identificados 16 componentes presentes no óleo essencial de eucalipto, da mesma maneira realizada para com o *Pinus*.

Na figura 11 é mostrado o cromatograma do óleo essencial de *E. dunni*:

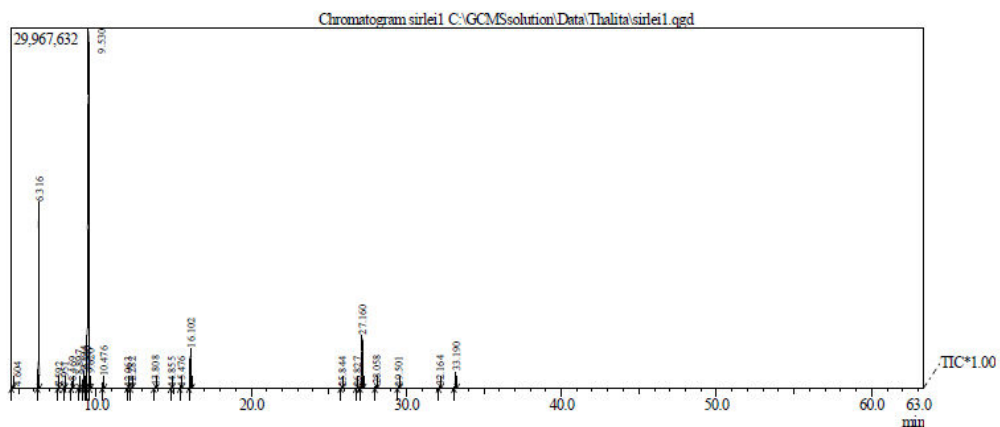


Figura 11 – Cromatograma do óleo essencial de *E. dunni*

Observa-se pelo cromatograma da Figura 11, que a amostra de óleo essencial de *E. dunni* é constituída basicamente por monoterpenos, compostos de baixo peso molecular.

Na Tabela 7, são apresentados os compostos identificados, porcentagens (%), tempos de retenção (TR) e seus respectivos índices de retenção (IR), do óleo essencial de *E. dunni*.

Tabela 7 – Teor (%) de compostos presentes no óleo essencial extraído de acículas de *E. dunni*

Compostos presentes	Teor dos compostos (%)	Tempo de retenção (min)	Índice de Retenção (IR)
α – pineno	16,39	6.316	939
Mirceno	0,14	7.592	991
α – felandreno	0,60	8.469	1005
Δ – 3 – careno	0,05	8.897	1011
O - cimeno	1,92	9.194	1022
Limoneno	2,40	9.380	1031
1,8 – cineol (eucaliptol)	60,74	9.530	1033
β – ocimeno (E)	0,15	9.620	1050
γ – terpineno	1,10	10.476	1062
Mircenol	5,12	16.102	118
Longiciclono	0,12	25.844	1373
β – longipineno	0,08	26.827	1398
Longifoleno	7,37	27.160	1402
Allo – aromandreno	0,38	28.058	1461
Epi-longipinanol	0,20	29.501	1561
Globulol	1,99	33.190	1583
Outros	1,25		
TOTAL	100		

Como era esperado, o componente majoritário, em um percentual de 60,74%, foi o 1,8-cineol ou eucaliptol, seguido do α -pineno presente em um teor de 16,39%. O limoneno apresentou uma concentração de 2,40%. Todos esses resultados estão de acordo com o descrito na literatura. Nascimento et al., (2009), apresentou a composição do *E. dunni*, plantado no sul do Rio Grande do Sul, como

55,6% de 1,8-cineol, 22,2% de α -pineno e 4,8% de limoneno, além de outros componentes em menor concentração. Outro autor, Silva et al., (2010), obteve em amostra obtida no verão, de *E. dunnii*, também coletada na metade sul do Rio Grande do Sul, 63,99% de 1,8-cineol, 17,90% de α -pineno e 5,61% de limoneno, e também outros componentes em menor quantidade.

Os espectros de massas dos compostos identificados, que se apresentaram em maior quantidade no óleo essencial de *E. dunnii* são mostrados nas figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 respectivamente:

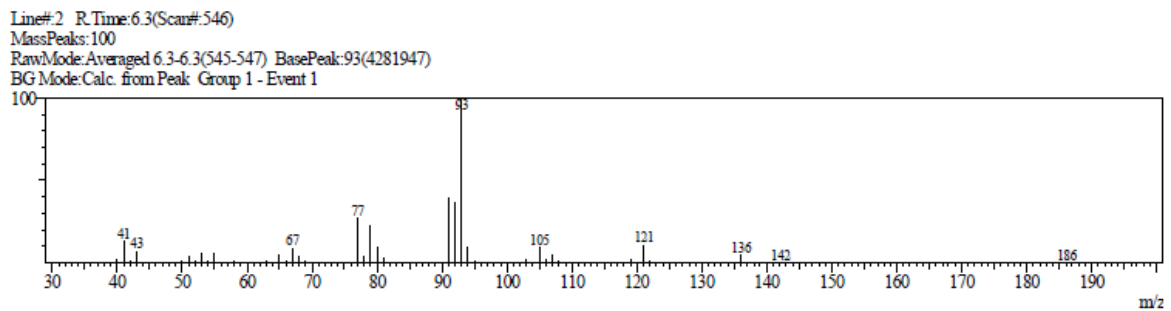


Figura 12 – Espectro de massas do α – pineno

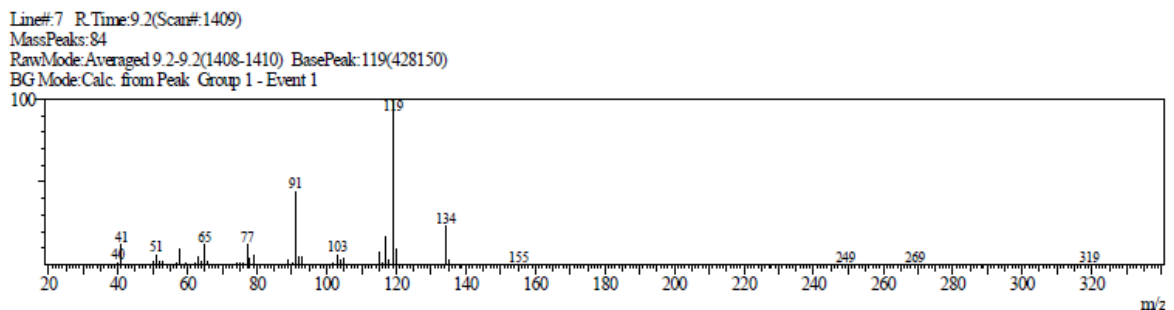


Figura 13 – Espectro de massas do o - cimeno

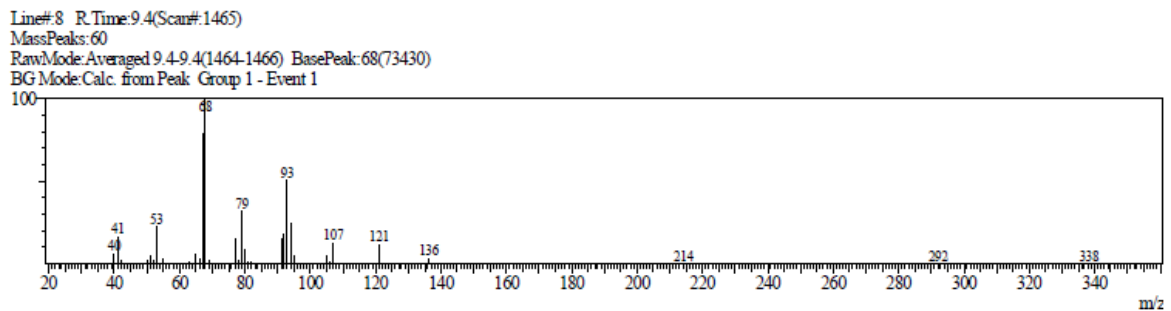


Figura 14 – Espectro de massas do limoneno

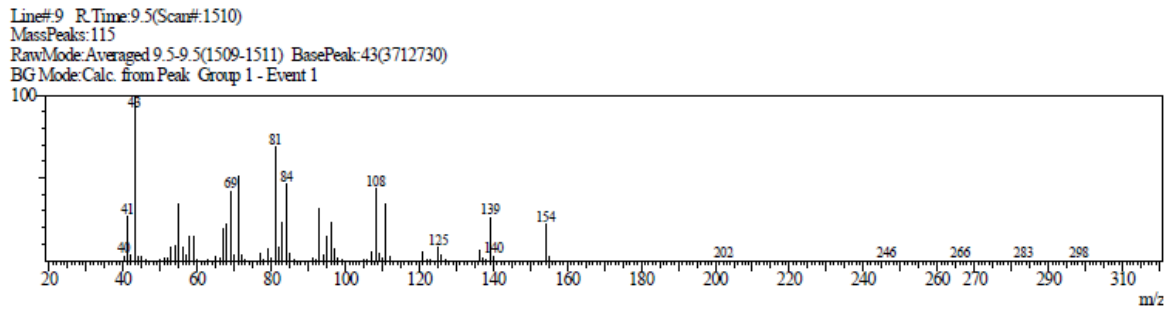


Figura 15 – Espectro de massas do 1,8 – cineol (eucaliptol)

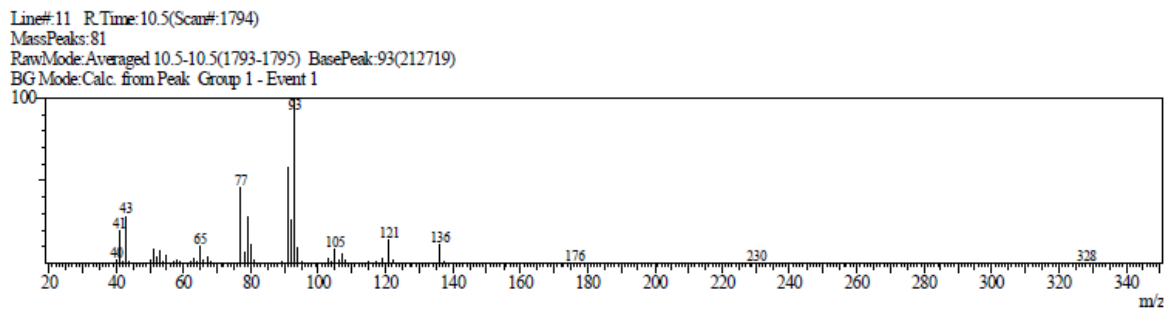


Figura 16 – Espectro de massas do γ – terpineno

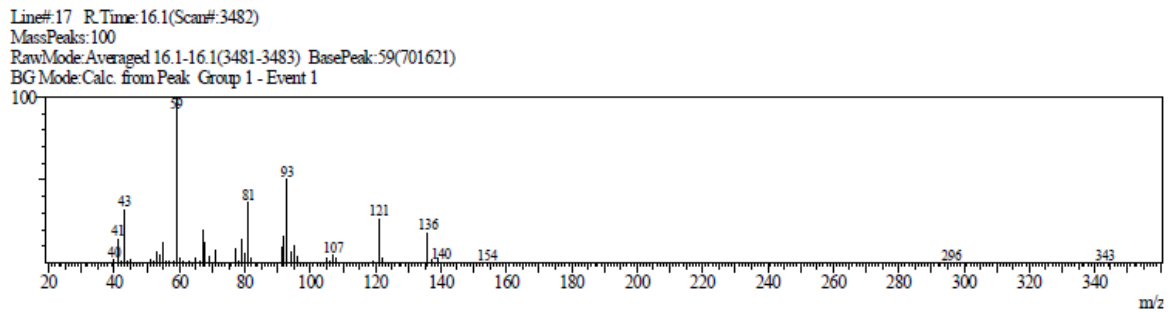


Figura 17 – Espectro de massas do mircenol

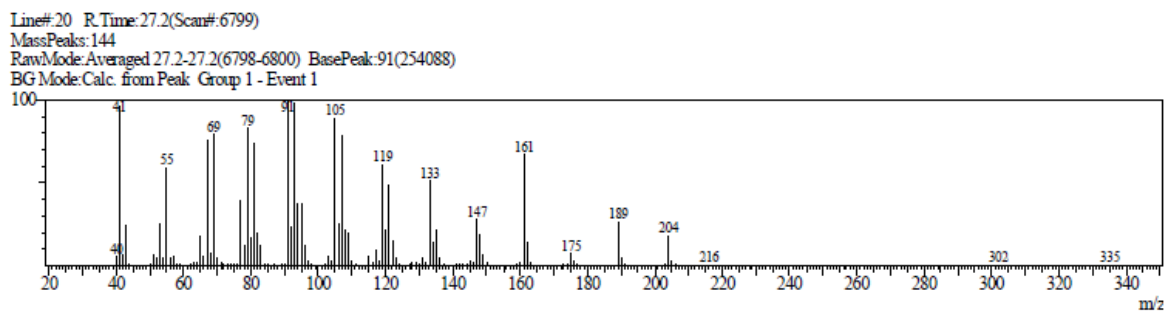


Figura 18 – Espectro de massas do longifoleno

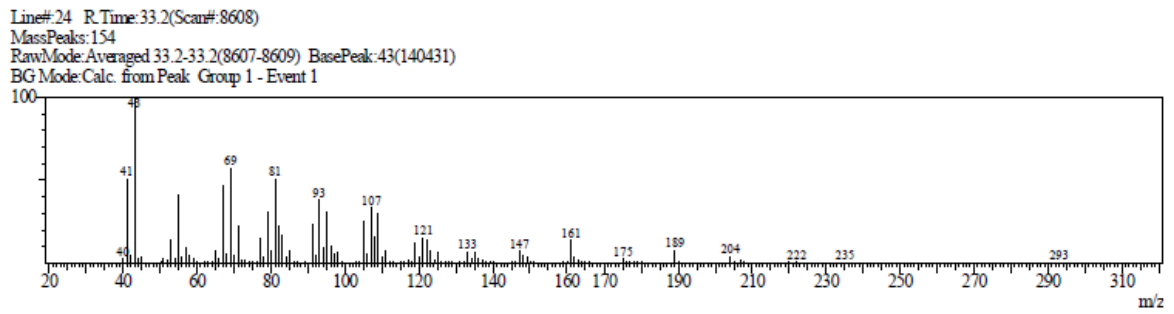


Figura 19 – Espectro de massas do globulol

As Figuras 20 e 21 indicam a porcentagem de componentes identificados para o óleo essencial de *P. taeda* e *E. dunni*, respectivamente:

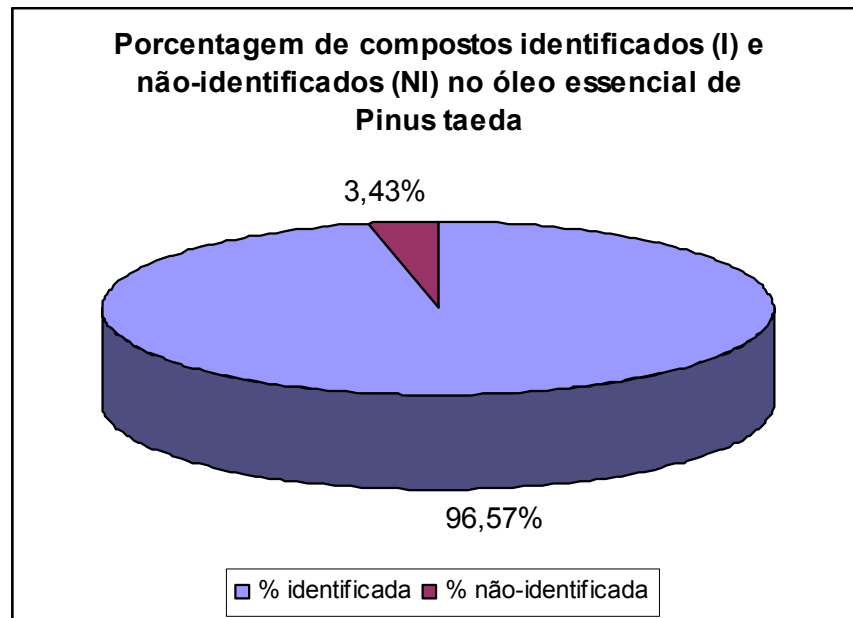


Figura 20 – Porcentagem dos compostos identificados (I) e não identificados (NI) na amostra de óleo essencial de *P. taeda*

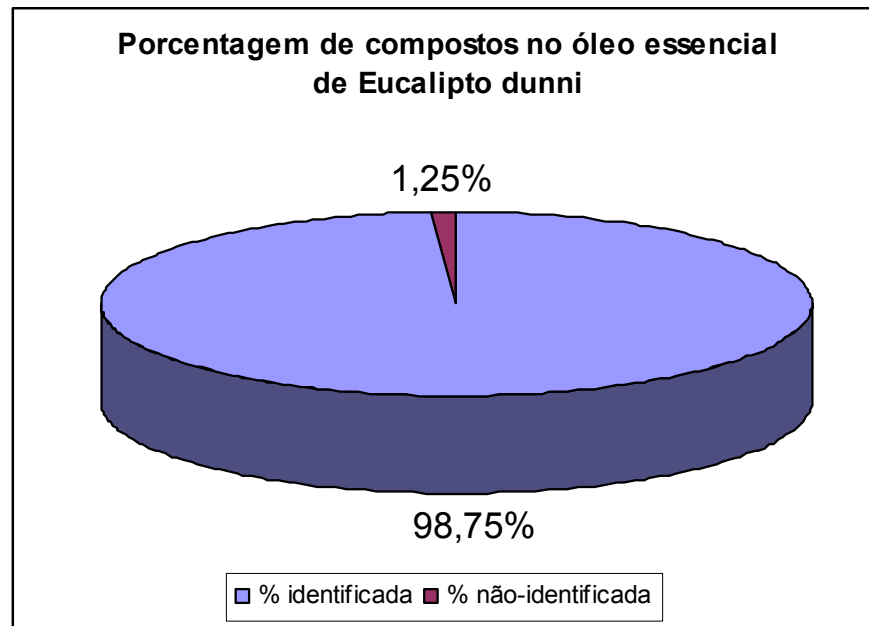


Figura 21 – Porcentagem dos compostos identificados (I) e não identificados (NI) na amostra de óleo essencial de *E. dunni*

Através das Figuras 20 e 21, pode-se observar que a porcentagem de identificação dos constituintes de óleo essencial, tanto de *Pinus taeda*, quanto de *Eucalypto dunni*, foram bastante significativas, visto que 96,57% dos compostos do *Pinus taeda*, e 98,75% dos de *Eucalypto dunni*, foram identificados.

6 CONCLUSÕES

A extração de óleo essencial por meio de hidrodestilação é uma técnica simples de ser realizada, mas é necessário executá-la corretamente para que o máximo de rendimento seja obtido.

Com as extrações e análises realizadas, pode-se observar que é possível determinar uma quantidade considerável de compostos presentes no óleo essencial de *P. taeda* e *E. dunni*. Neste caso, foram identificados mais de 95% dos constituintes presentes.

Observou-se que, com relação ao rendimento do óleo extraído, é mais viável utilizar um processo de otimização, já que economiza tempo e orienta quais variáveis possuem mais significância com relação ao estudo a se realizar.

De acordo com as análises foi possível comparar os espectros obtidos com os da literatura e identificar a maioria dos compostos presentes no óleo essencial. Essa identificação é importante, pois viabiliza processos para inovação de produtos medicinais, farmacêuticos, perfumaria. Uma vez conhecida a composição do óleo essencial de espécies de pinus e de eucalipto plantados na região, há possibilidade de estudo sobre a viabilidade ou não da utilização desses resíduos (folhas e galhos que seriam descartados), na obtenção de óleos essenciais com fins industriais, agregando dessa forma, valor a essas espécies vegetais.

Portanto, a partir da otimização do processo de hidrodestilação, é possível trabalhar com as variáveis apontadas como as mais significativas, tempo de extração e tamanho do material vegetal a ser utilizado, no sentido de obtenção de um maior rendimento. Outro fator considerado importante foi que, este trabalho apontou para a não significância da variável tempo de secagem do material vegetal, ou seja, independente de quanto tempo o resíduo do pinus e de eucaliptos permaneçam em campo antes da extração, desde que em bom estado de conservação, o rendimento de obtenção do óleo essencial será semelhante.

7 REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. 1995. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy. Carol Stream, Illinois, Allured Publishing Corporation.

ARAÚJO, Júlio M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008.

BAENA, E. de S. **Análise da viabilidade econômica da resinagem em *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* nas regiões sul do Estado do Paraná e sul e sudoeste do Estado de São Paulo**. 1994. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais/ Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BANDONI, A. L. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil: seu aproveitamento industrial para a produção de aromas e sabores**. Vitória: EDUFES, 2008.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C.; **Plantas aromáticas: do cultivo a produção de óleo essencial**. 1.ed. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009.

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, 1988.

CANTARELLI, Edison B. **Silvicultura de precisão no monitoramento e controle de formigas cortadeiras em plantios de *Pinus***. 2005. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

CASSEL, E.; VARGAS, R. M. F. **Experiments and modeling of the *Cymbopogon winterianus* essential oil extraction by steam distillation**. J. Mex. Chem. Soc. v. 55, p. 57-60, 2006.

DONALÍSIO, M. G. R.; **Pesquisas sobre plantas aromáticas no Instituto Agrônomo de Campinas**. In: SIMPÓSIO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, São Paulo, 1986.

DORAN, J. C.; **Commercial sources, uses, formation, and biology. *Eucalyptus* leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing**. In: BOLAND, D. J.; BROPHY, J. J.; HOUSE, A. P. N. Melbourne: Inkata, 1991.

ESTANISLAU, A. A.; BARROS, F. A. S.; PEÑA, A. P.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H.; PAULA, J. R. **Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *eucalyptus* cultivadas em Goiás.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 11, n. 2, p. 95 – 100, 2001.

GALANTI, S. **Produção de óleo essencial do *Eucalyptus citriodora* Hooker, no município de Torrinha, Estado de São Paulo.** 1987. 49 f. (Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Ambiental) – Universidade de Viçosa, Viçosa, 1987.

KÉITA, S.M.; VINCENT, C.; SCHMIT, J-P.; RAMASWAMI, S.; BÉLANGER, A. 2000. **Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae).** Journal of Stored Products Research, **36**:355-364.

LANÇAS, F. M.; CAVICHIOLI, M. **Analysis of the essential oils brazilian citrus fruits by capillary gas chromatography.** Journal of High Resolution Chromatography, v. 13, p. 207-209, 1990.

MARCELINO, Flávia A. **Análise técnica e econômica da resinagem de *Pinus elliottii* ENGELM. VAR. *elliottii* na região de Manduri, SP.** 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, 2004.

NASCIMENTO, José E.; RODRIGUES, Camila L.; JACOB, Raquel G.; PERIN, Gelson; LENARDÃO, Eder J. **Potencial de três espécies de eucalipto para produção de óleos essenciais na metade sula do Rio Grande do Sul.** In: XVII ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL. 2009, Rio Grande, RS.

Óleo Essencial de Pinho. Disponível em: <<http://oleosessenciais.org/oleo-essencial-de-pinho/>> Acesso em: 10 out. 2010.

OLIVEIRA, R. A. G.; LIMA, E. O.; VIEIRA, W. L.; FREIRE, K. R. L.; TRAJANO, V. N.; LIMA, I. O.; SOUZA, E. L.; TOLEDO, M.S.; SILVA-FILHO, R. N. 2006. **Estudo da interferência de óleos essenciais sobre atividade de alguns antibióticos usados na clínica.** Revista Brasileira de Farmacognosia, **16**(1):77-82, Jan/Mar.

OLIVEIRA, Sonia M. M. de.; JOSE Vera L. A. **Processos de extração de óleos essenciais.** Instituto de Tecnologia do Paraná. EMBRAPA. 2007.

PENFOLD, A. R.; WILLIS, J. L. **The Eucalypts: botany, cultivation, chemistry and utilization**. London: Leonard Hill, 1961.

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, 1997.

SERAFINI, L. A.; Barros, N.M.; Azevedo, J. L. **Biotechnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002.

SILVA, Rodrigo B. da; NASCIMENTO, José E.; JACOB, Raquel G.; PERIN, Gelson; LENARDÃO Eder J. **Aproveitamento das folhas residuais da cadeia Produtiva do eucalipto para produção de óleos essenciais na Metade sul do rio grande do sul**. In: XVII MOSTRA CIENTÍFICA. 2010, Pelotas, RS.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. da UFRGS/Ed. da UFSC, 1999.

STEFFENS, Andréia H.; **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O.; **Óleo Essencial de Eucalipto**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Documentos florestais, n.17, 2003.

WOLFFENBÜTTEL, Adriana N.; **O que são óleos essenciais?**. In: INFORMATIVO CRQ-V, ANO XI, N° 105, 2007.