



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA



OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE LINALOL E 1-NITRO-2-FENILETANO DOS  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) E CASCA-  
PRECIOSA (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez.).

BOLSISTA: MARCIELLY SOUZA DE MATOS, CNPQ

MANAUS  
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-E/0008/2012

OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE LINALOL E 1-NITRO-2-FENILETANO DOS  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke) E CASCA-  
PRECIOSA (*Aniba canelilla* (Kunth) Mez.).

BOLSISTA: MARCIELLY SOUZA DE MATOS, CNPQ

ORIENTADORA: PROF.<sup>a</sup> DRA. LARISSA SILVEIRA MOREIRA WIEDEMANN

CO-ORIENTADOR: PROF.DR. VALDIR FLORÊNCIO DA VEIGA JÚNIOR

MANAUS

2013

## RESUMO

A família Lauraceae se destaca por sua importância em diversos ramos e abrange uma variedade muito grande de espécies. Dentre elas, existem as espécies *Aniba canelilla* e *Aniba rosaeodora* que possuem aplicações diversas tais como: medicinais, na construção civil, imobiliária, confecção de artesanato e perfumaria.

O trabalho teve como objetivo estudar processos analíticos alternativos para a extração dos óleos, bem como avaliar a atividade antimicrobiana de ambos os óleos essenciais. O material vegetal foi obtido na empresa Mil Madeira e Reserva Ducke respectivamente.

Para as duas espécies foram utilizadas cinco diferentes técnicas de extração e, em três delas foram testadas variáveis (tempo e proporção) para analisar o rendimento do óleo essencial.

Foi realizado ensaio de atividade antibacteriana para verificar a eficácia dos óleos obtidos frente às cepas testadas. Por fim, o óleo essencial foi submetido à análise quantitativa em cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC) e qualitativa em cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) para observar os constituintes químicos das espécies.

Os óleos essenciais apresentaram rendimentos distintos nas metodologias realizadas para *Aniba canelilla*. A seguir constam as variáveis que se destacaram em cada método de extração: por hidrodestilação foi obtido um rendimento de 0,40% no tempo de 4 horas; a metodologia de arraste a vapor apresentou rendimento de 0,02% e a técnica de extração e destilação simultânea (SDE) um rendimento de 0,52%. Pela metodologia de mistura de baixa polaridade de solventes e metodologia de rompimento celular com sílica não foi possível a obtenção do óleo essencial.

Os rendimentos também foram diferentes para *Aniba rosaeodora*. A variável em destaque na hidrodestilação foi o tempo de 2 horas com rendimento de 0,34%. Na técnica de mistura de baixa polaridade de solventes, o sistema hexano/ acetato de etila 20% apresentou rendimento de 1,38%. Pelo método de rompimento celular com sílica não foi possível obter óleo essencial e as técnicas de arraste a vapor e de extração e destilação simultânea (SDE) tiveram rendimentos de 0,02% e 0,80%, respectivamente.

Quanto aos ensaios biológicos somente *Aniba canelilla* apresentou resultado positivo no óleo essencial contra *Staphylococcus aureus* exibindo um halo de inibição de 19 mm.

**Palavras-chave:** *Aniba canelilla*, *Aniba rosaeodora* e óleo essencial.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estrutura do 1-nitro-2-feniletano e metileugenol.....	07
<b>Figura 2:</b> Estrutura do linalol, geraniol, benzoato de benzila e $\alpha$ -terpinol .....	08
<b>Figura 3:</b> Cromatogramas das metodologias (A), (B) e (C).....	11
<b>Figura 4:</b> Imagem do ensaio antibacteriano com <i>Staphylococcus aureus</i> .....	11
<b>Figura 5 :</b> Cromatograma da metodologia (A).....	13

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Dados dos resultados das metodologias realizadas para <i>Aniba canelilla</i> .....	10
<b>Quadro 2:</b> Dados dos resultados das metodologias realizadas para <i>Aniba rosaeodora</i> .....	12

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	06
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
3 METODOLOGIA .....	09
3.1 Material Vegetal .....	09
3.2 Obtenções dos óleos essenciais de <i>A. rosaeodora</i> e <i>A. canellila</i> .....	09
3.3 Identificações das substâncias presentes no óleo essencial .....	09
3.4 Ensaio de atividade antimicrobiana .....	09
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5 CONCLUSÃO .....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
CRONOGRAMA.....	17

## 1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais constituem um dos mais importantes grupos de matérias primas para várias indústrias, notadamente as de perfumaria, alimentos e farmacêutica. Estes óleos, constituídos principalmente de monoterpenos, sesquiterpenos, fenilpropanóides, ésteres e outras substâncias de baixo peso molecular, normalmente são usados “in natura”, pois as propriedades organolépticas estão associadas a vários componentes. (CRAVEIRO E QUEIROZ, 1993).

Atualmente, a procura por essências é muito grande devido ao valor agregado às mesmas. É urgente a necessidade de preservar a biodiversidade amazônica, pois a floresta já sofreu grande devastação pela exploração madeireira e pela prática agrícola. Visando diminuir o impacto de degradação do meio ambiente, pesquisadores tentam desenvolver métodos que possam extrair ao máximo os óleos voláteis das espécies, minimizando o desmatamento e aproveitando o material vegetal das espécies já retiradas da natureza (BARATA, 2012).

Neste trabalho, foram estudados os óleos essenciais de duas espécies pertencentes à família Lauraceae que é uma das mais amplas em questão de diversidade e uma das mais importantes. *Aniba rosaeodora* e *Aniba canelilla* apresentam em sua composição substâncias majoritárias de bastante interesse, as quais são exportadas no óleo essencial para posterior purificação nas empresas de destino.

A obtenção de uma fração rica nesses componentes através de processos mais rápidos que o arraste a vapor torna-se uma opção viável, uma vez que podem ser obtidos produtos purificados e quantificados de altíssimo valor agregado.

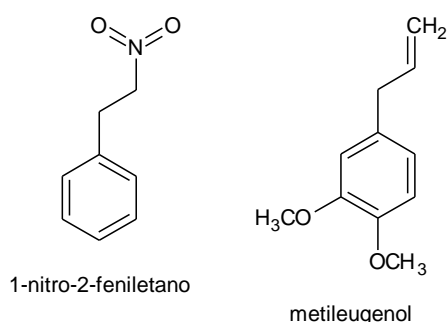
Diante disso, o presente trabalho se justifica não somente pela necessidade de estudos sobre outros métodos de obtenção desses constituintes majoritários a partir do óleo essencial, mas também pela possibilidade de geração de produtos de alto valor agregado, para um importante segmento das indústrias do Amazonas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A família Lauraceae destaca-se por apresentar espécies com grande importância econômica. Dentre essas estão *Aniba rosaeodora* Ducke e *Aniba canelilla* (Kunth) Mez, ambas as espécies nativas da região Amazônica. *A. rosaeodora* está presente tanto na floresta de terra firme quanto na capinarana, enquanto que *A. canelilla* ocorre comumente na floresta de terra firme (LORENZI & MATOS, 2008).

### ***Aniba canelilla***

*Aniba canelilla*, popularmente conhecida como “casca-preciosa”, é bastante utilizada devido à ótima qualidade da madeira tanto para a construção civil quanto para mobiliário. O chá das cascas e folhas é considerado antiespasmódico, digestivo, eupéptico e excitante, o qual é empregado para artrites, hidropsia, catarro crônico, sífilis, leucorréia e males do coração (LORENZI & MATOS, 2008). A espécie apresenta um óleo essencial no caule, rico em 1-nitro-2-feniletano e metileugenol (GOTTLIEB & MAGALHÃES, 1960; OGER et al., 1994; TAVEIRA et al., 2003). Atividades antioxidante e citotóxica em *Artemia salina* foram observadas para este óleo essencial (SILVA et al., 2007). Seu composto majoritário, o 1-nitro-2-feniletano mostrou atividade analgésica, provavelmente de origem periférica (LIMA et al., 2009).



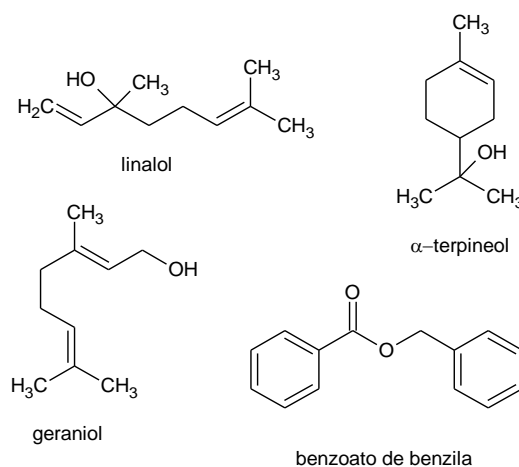
**Figura 1:** Estruturas do 1-nitro-2-feniletano e do metileugenol.

### ***Aniba rosaeodora***

*Aniba rosaeodora* Ducke, popularmente conhecida como “pau-rosa”, apresenta óleo essencial rico em linalol, substância utilizada como fixador na perfumaria com elevado valor agregado, sendo que seu extrativismo quase levou à extinção da espécie no passado. A produção do óleo essencial de pau-rosa apesar de estar baseada na extração de um recurso natural renovável, tem conduzido a uma atividade não-sustentável ((MAY & BARATA, 2004). A extração do óleo essencial teve início em 1924, no Pará, chegando a 250 tambores por ano na década de 1960. O óleo essencial foi amplamente utilizado por

várias empresas, como a Perfumarias Phebo Ltda., fundada em 1932, em Belém, Pará, que fabricava o conhecido sabonete Phebo e cerca de duzentos tipos de perfumes tinha como componente básico a utilização do óleo essencial de pau-rosa. Na década de 1970, o consumo caiu para 100 tambores por ano, com a entrada no mercado do linalol sintético (HOMMA, 2005). Posteriormente, a escassez do produto fez com que seu uso ficasse restrito para a perfumaria fina, por exemplo, como componente do Chanel nº 5, criado na década de 1920, pela estilista Gabrielle Chanel. Atualmente, o preço do óleo essencial da madeira está em US\$ 80,00/Kg.

Além do linalol, outras substâncias que também estão presentes no óleo essencial de *A. rosaeodora* são  $\alpha$ -terpineol, geraniol, benzoato de benzila (Figura 2)(SAMPAIO et al., 2012). Estudos indicam as atividades citotóxica frente a *Artemia franciscana* e larvicida (SOUZA et al., 2007) e sedativa (ALMEIDA et al., 2009) do óleo essencial do caule de *Aniba rosaeodora*. Recentemente, foi observada atividade frente a enzima adenilato ciclase (SAMPAIO et al., 2012).



**Figura 2:** Estruturas químicas de substâncias presentes no óleo essencial de *A. rosaeodora*.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Material

O material vegetal dos caules das espécies *A. rosaeodora* e *A. canellila*, foram coletados na Reserva Ducke e na empresa Mil Madeireira respectivamente. O material vegetal foi seco e triturado em moinho de facas.

**3.2 Metodologias para obtenção dos óleos essenciais de *A. rosaeodora* e *A. canellila*: Hidrodestilação em Clevenger modificado (A)** - Os óleos essenciais dos caules de *A. rosaeodora* e *A. canellila* foram obtidos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado, onde a variável testada foi o tempo de extração (1h, 2h, 3h, 4h).

**Extração com mistura de baixa polaridade de solvente (B)** - Foram obtidos extratos de baixa polaridade, com hexano em gradiente crescente de acetato de etila (0, 5, 10 e 20%).

**Extração pelo método com rompimento celular com sílica (C)** - Foram feitas extrações através de um método que utiliza sílica para romper as células do material vegetal facilitando a liberação das substâncias presentes no material vegetal para o solvente de extração. Nessa metodologia foi avaliada a relação entre a massa de sílica e a massa de material vegetal, com proporções de 10:1, 6:1 e 4:1 (DAWIDOWICZ & CZAPEZYNSKA, 2011).

**Extração por arraste a vapor (D)** - método mais utilizado na indústria (Cassel et al., 2006).

#### **Extração e destilação simultânea (E)**

Os óleos essenciais foram obtidos em triplicata, posteriormente secos em sulfato de sódio anidro e armazenados em freezer -20°C para análises posteriores.

#### 3.3 Identificações das substâncias presentes nos óleos essenciais

As frações oleosas obtidas pelas metodologias foram analisados em cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas e ionização de chama. Foram calculados os índices de retenção, relacionando os tempos de retenção das substâncias presentes nas amostras com os tempos de retenção das substâncias obtidas a uma série homóloga de hidrocarbonetos lineares (C7-C30) injetados nas mesmas condições de análise do óleo essencial. Os índices de retenção e os espectros de massas foram comparados com os dados da espectroteca Wiley 7.0 e da literatura (Adams, 2007).

#### 3.4 Ensaios de atividade antimicrobiana

Os ensaios de atividade antimicrobiana foram elaborados na FIOCRUZ sob supervisão da Dra. Patrícia Puccinelli Orlandi Nogueira. Inicialmente, foram feitos ensaios pelo método de difusão em Agar para verificar a presença da inibição frente as cepas. Sendo ao final avaliada se a concentração inibitória mínima foi bactericida ou bacteriostática. Os ensaios biológicos foram realizados em triplicata (Cursino et al., 2011).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Aniba canelilla*

O óleo essencial de *Aniba canelilla* é bastante procurado devido as suas propriedades químicas, especialmente 1-nitro-2-feniletano e metileugenol.

O quadro 1 apresenta os rendimentos e o teor das principais substâncias obtidas através de cada metodologia.

**Quadro 1:** Dados dos resultados das metodologias realizadas para *Aniba canelilla*

Metodologia	Variáveis	Rend.(%) ± Desv. Pad.	C.V. (%)	Teor de 1-nitro-2-feniletano(%)	Teor de metileugenol(%)
A	1 hora	0,23 ± 2,1E-02	8,87	83,94	14,89
	2 horas	0,29 ± 2,4E-03	8,37	86,00	12,80
	3 horas	0,36 ± 4,4E-03	1,23	88,04	11,10
	4 horas	0,40 ± 1,2E-02	3,02	87,64	10,70
B	não extraiu óleo essencial				
C	não extraiu óleo essencial				
D	1	0,02 ± 1,3E-03	6,01	78,81	12,77
E	1	0,52 ± 5,1E-02	9,75	57,15	31,09

Legenda: (A) Hidrodestilação. (B) Extração com mistura de baixa polaridade de solvente. (C) Extração por rompimento utilizando sílica. (D) Extra arraste a vapor. (E) Extração e destilação simultanea (SDE)

Na técnica (A) observa-se que o rendimento é crescente conforme o tempo. A partir das informações apresentadas, tem-se que no tempo de 4 horas foi obtido maior rendimento do óleo essencial de *Aniba canelilla*. No entanto, pela análise da relação do rendimento com a capacidade de extração do principal constituinte, tem-se que no tempo de 3 horas foi alcançado maior teor de substância majoritária, 1-nitro-2-feniletano. Além das principais constituintes, na metodologia (A) foram identificadas outras substâncias como metileugenol, benzaldeído, linalol, benzenoacetaldéido e benzenoacetnitrila

Pela metodologia (B) e (C) não foi possível obter óleo essencial dessa espécie. O método (D) apresentou um alto teor de 1-nitro-2-feniletano e bom teor de metileugenol apesar do baixo rendimento do óleo essencial.

Nas metodologias (D) e (E) não foram adicionadas variações de tempo, proporção, etc. Essas técnicas foram utilizadas para comparar com os demais métodos de extração por meio de tratamento de dados estatísticos.

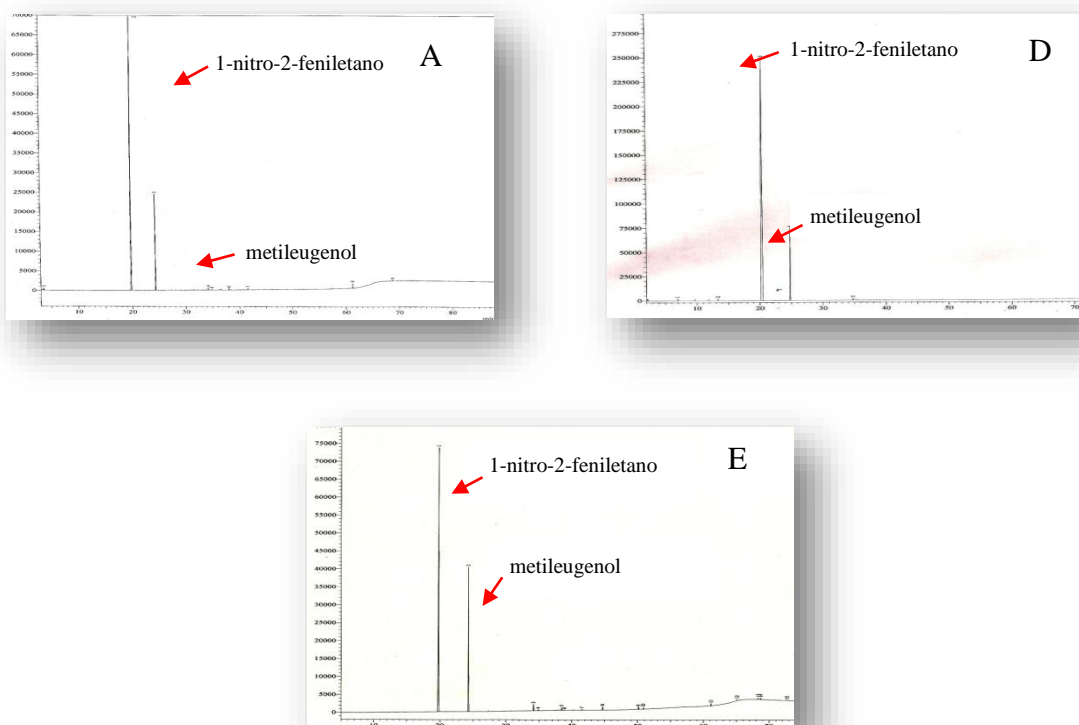
A metodologia (E) apresentou melhor rendimento do óleo essencial quando comparada com as demais metodologias.

Analisados os rendimentos, foi realizado o teste t não pareado cujo objetivo é comparar um grupo de medidas com outro, afim de decidir se são ou não diferentes com base nas médias. O resultado foi negativo para todas as metodologias quando comparadas com o método (D) (usado como padrão por se tratar do método mais utilizado nas indústrias), pois apresentaram valores fora do intervalo de confiança de 95%, mostrando que todas as metodologias comparadas são estatisticamente diferentes. Isso se deve ao fato das variações como tempo e proporção de massa serem distintas em cada método, o

que impossibilitou a comparação. O teste F é utilizado para comparação com base na variância, e para todos os métodos foram obtidos valores dentro do intervalo, admitindo que este seja de 95% de confiança. Sendo assim, em termos de precisão não houve diferença significativa entre as variâncias dos métodos comparados.

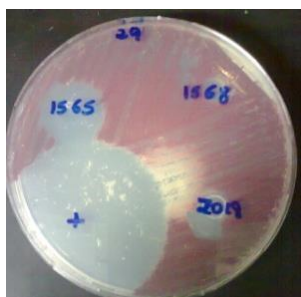
Foi observado, na comparação dos métodos que a metodologia (A) foi a que mais se destacou, pois extraiu maior quantidade do constituinte majoritário, 1-nitro-2-feniletano. A metodologia (E) foi mais eficiente na obtenção de metileugenol.

Os três cromatogramas de metodologias diferentes a seguir apresentam um perfil semelhante e mostram os constituintes majoritários da espécie.



**Figura 3:** Cromatogramas das metodologias (A), (D) e (E), respectivamente.

O ensaio de atividade antibacteriana mostrou resultado positivo somente para a bactéria *Staphylococcus aureus* que expôs um halo inibição de 19 mm, testado com óleo essencial de *Aniba canelilla*.



**Figura 4:** Ensaio de atividade antibacteriana com *Staphylococcus aureus*

### **Aniba rosaeodora**

Não menos importante que a primeira espécie estudada neste trabalho *Aniba rosaeodora* é muito procurada, principalmente pelas indústrias de cosméticos porque seu óleo essencial é rico em linalol, substância utilizada como fixador em perfumes. Por esta razão o estudo de métodos mais eficientes é necessário para obter maior quantidade de óleo essencial a fim de atender a demanda.

O quadro 2 apresenta os rendimentos, desvios padrão, coeficientes de variação e teores referentes à *Aniba rosaeodora* que foi submetida aos mesmos métodos da primeira espécie.

**Quadro2:** Dados dos resultados das metodologias realizadas para *Aniba rosaeodora*

Rendimentos e teores dos constituintes majoritários presente no óleo essencial de <i>Aniba rosaeodora</i>				
Metodologia	Variáveis	Rend.(%) ± Desv. Pad.	C.V. (%)	Teor de linalol (%)
A	1 hora	0,22 ± 2,0E-02	9,41	45,55
	2 horas	0,34 ± 2,9E-02	8,62	39,36
	3 horas	0,30 ± 1,0E-02	3,57	31,45
	4 horas	0,33 ± 2,8E-03	0,87	28,85
B	Hexano 100%	0,09 ± 7,3E-02	8,13	0,22
	Hex/acet 5%	0,15 ± 2,6E-03	1,73	3,68
	Hex/acet 10%	0,67 ± 3,4E-02	5,15	4,74
	Hex/acet 20%	1,38 ± 3,3E-02	2,40	4,81
C	não extraiu óleo essencial			
D	1	0,02 ± 5,7E-04	3,27	3,49
E	1	0,60 ± 4,0E-02	6,67	0,22

Legenda: (A) Hidrodestilação. (B) Extração com mistura de baixa polaridade de solvente. (C) Extração por rompimento utilizando sílica. (D) Extra arraste a vapor. (E) Extração e destilação simultanea (SDE)

No método (A), nota-se uma leve oscilação nas variáveis 2,3 e 4 horas, sendo que os dois últimos são estatisticamente iguais, verificados através do teste t. Portanto, o tempo de 2h foi melhor em termos de rendimento. Mas em se tratando de capacidade de extração do principal constituinte, o tempo de 1 hora obteve melhor resultado.

Na metodologia (B) são exibidos os rendimentos de forma crescente. A mistura de hexano/acetato 20% foi a variável que mais se destacou com 1,38%, mas não extraiu um teor significativo da substância majoritária.

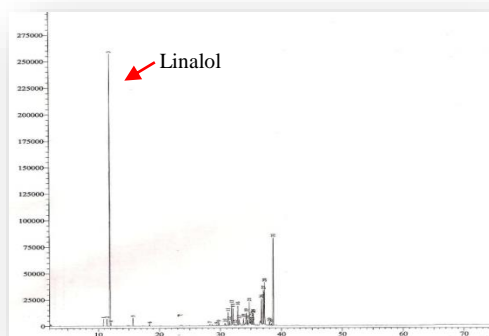
A metodologia (C) não foi eficiente na obtenção do óleo essencial. A metodologia (D) apresentou um baixo rendimento, 0,02% e, além disso, apresentou baixo teor de linalol.

O método (E) apresentou um rendimento de 0,60%, um baixo desvio e reprodutibilidade razoável, e ainda, baixo teor da principal substância.

De acordo com os resultados apresentados, tem-se que a metodologia (A) foi a melhor, porque foi capaz de obter maior teor de linalol.

Os testes foram aplicados para comparar as metodologias. Pelo teste t não pareado tem-se que os métodos são significativamente diferentes. Em se tratando de precisão as variâncias dos métodos são estatisticamente iguais, realizados pelo teste f.

No cromatograma a seguir, tem-se o linalol como constituinte majoritário os cromatogramas das demais metodologias não foram adicionados, porque os picos são muito pequenos e de difícil visualização.



**Figura 5:** Cromatograma da metodologia (A)

O óleo essencial de *Aniba rosaeodora* apresentou resultado negativo para todas as cepas testadas no ensaio de atividade antibacteriana.

## 5 CONCLUSÃO

Para *Aniba canelilla*, tem-se que a hidrodestilação (A) foi a técnica mais eficiente, apresentando bons rendimentos, sendo expressivos no tempo de 3 horas por exibir um teor significativo de 1-nitro-2-feniletano com 88,04%. A metodologia (E) foi mais eficiente na obtenção de metileugenol com 31,09%.

Para a *Aniba rosaeodora* a metodologia (A) também foi a mais eficiente. O tempo de 1h foi o melhor método de extração porque apresentou maior porcentagem da substancia majoritária da espécie com 45,55%, mesmo que não tenha sido alcançada uma boa quantidade de óleo essencial; que apresentou rendimento de 0,22%. Sendo assim, não é necessário prolongar o tempo de extração, visto que em um curto tempo é possível obter um alto teor de linalol.

Nos ensaios de atividade biológica somente o óleo de *Aniba canelilla* apresentou atividade frente à bactéria *Staphylococcus aureus* com halo de inibição de 19 mm.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, R.P. *Identification of essential oil components by gas chromatography, mass spectroscopy*. 4 ed., 2007, Carol Stream: Allured. 804 pp.

Almeida, R.N.; Araújo, D.A.M.; Gonçalves, J.C.R.; Montenegro, F.C; Sousa, D.P.; Leite, J.R.; Mattei, R.; Benedito, M.A.C.; Carvalho, J.G.B.; Cruz, J.S; Maia, J.G.S. Rosewood oil induces sedation and inhibits compound action potential in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, v.124, p.440-443, 2009.

Barata, L. E. S. A economia verde – Amazônia, *Cienc. Cult.* vol.64 no.3 São Paulo 2012.

Dawidowicz, A.L.; Czapczynska, N.B. Sea sand disruption method (SSDM) as a value tool for isolating essential oil components from Conifers. *Chemistry & Biodiversity*, 8:2045-2056, 2011.

Gottlieb, O. R. & Magalhães, M. T.. Essential oil of the bark and wood of *Aniba canellilla*. *Perf. Essent. Oil Rec.*, 51: 69, 1960

Homma, A. K. O. O extrativismo do óleo essencial de pau-rosa na Amazônia, XLIII Congresso da SOBER “Instituições, eficácia, gestão e contratos no Sistema Agroindustrial”, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.

Lima, A.B.; Santana, M.B.; Cardoso, A.S.; Silva, J.K.R.; Maia, J.G.S.; Carvalho, J.C.T.; Sousa, P.J.C. Antinociceptive activity of 1-nitro-2-phenylethane, the main component of *Aniba canellilla* essential oil. *Phytomedicine*, v. 16, p. 555-559, 2009.

Lorenzi, H.; Matos, F. J. A. Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas, 2. ed., Nova Odessa, Instituto Plantarum, 584p,2008.

May, P.H.; Barata, L.E.S. Rosewood exploitation in the brazilian amazon: options for sustainable production. *Economic Botany*, 58(2):257-265, 2004.

Sampaio, L.F.S.; Maia, J.G.S.; Parijós, A.M.; Souza, R.Z.; Barata, L.E.S. Linalool from rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil inhibits adelylate cyclase in the retina, contributing to understanding its biological activity. *Phytotherapy Research*, 26:73-77, 2012.

Silva, J.K.R.; Sousa, P.J.C.; Andrade, E.H.A.; Maia, J.G.S. Antioxidant capacity and cytotoxicity of essential oil and methanol extract of *Aniba canellilla* (H.B.K.) Mez. *J. Agric. Food Chem.* v. 55, p. 9422-9426, 2007.

Souza, K. S.; Chaar, J. S.; Oliveira, K. M. T.; Gomes, E. O.; Portela, C. N.; Pohlit, A. M.; Quignard, E. L. J.; Numomura, S. M.; Tadei, W. P.; Mouchrek Filho, V. E.; Silva, D. D.; Galhiane, M. S.; Chierice, G. O. Atividade biológica de extratos, hidrolatos e óleos voláteis de pau – rosa (*Aniba duckei* Kostermans) e quantificação do linalol no hidrolato de folhas, *Rev. Bras. PL. Med.*, v. 9, n. 2, p. 1 - 17, 2007.

Taveira, F. S. N., Lima, W. N. de, Andrade, E. H. A., Maia, J. G. S. 2003. Seasonal essential oil variation of *Aniba canellilla*. *Biochem. Syst. Ecol.*, 31: 69-75.

Craveiro A.A.Queiroz D.C. óleos essenciais e química fina. *Quimica Nova*. V.16, n.3, p 224-228.1993.

Cursino, L.M.C.; Santos, I.; Mariúba, L.A.M.; Jeffreys, M.F.; Lima, N.M.; Oliveira, J.L.; Orlandi, P.P.; Nunez, C.V. Antibacterial activity of *Mimosa pudica* extracts and phytochemical evaluation. *Emir. J. Agric.*, 23(6): 505-510, 2011.

Pieri, F. A., José, R. M., Galvão, N. N., Nero, L. A., Moreira, M. A. S., 2010. Antimicrobial activity of autoclaved and non autoclaved copaiba oil on *Listeria monocytogenes*. *Cienc. Rural* 40, 1797-1801

Martinez, J. *Extração de óleos essenciais voláteis e outros compostos com CO<sub>2</sub> supercrítico: desenvolvimento de uma metodologia de aumento de escala a partir da modelagem matemática do processo e avaliação dos extratos obtidos*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, 2005.

Martinez, J.; Monteiro, A.; Rosa, P.; Marques, M.; Meireles, M. Multicomponent model to describe extraction of ginger oleoresin with supercritical carbon dioxide. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v.42, p. 1057 – 1063, 2003.

Cassel, E.; Vargas, R.; Martinez, N; Lorenzo, D.; Dellacassa, E. Steam distillation modeling for essential oil extraction process. *Industrial Crops and Products*, v. 29, n.1, p.171 – 176, 2009. ISSN 0926-6690.



