



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS DA AMAZÔNIA**

**FITOQUÍMICA E ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE *Aniba parviflora* (LAURACEAE) CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM- PA**

**IRISLENE COSTA PEREIRA**

**Santarém, PA  
Março de 2012**

**IRISLENE COSTA PEREIRA**

**FITOQUÍMICA E ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE *Aniba parviflora* (LAURACEAE) CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA**

**ORIENTADOR: DR. LAURO EUCLIDES SOARES BARATA  
CO-ORIENTADORA: DRA. ROSA HELENA VERAS MOURÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais da Amazônia, junto ao Programa de Pós – Graduação *Strictu Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia.

Área de concentração: Bioprospecção e Manejo de Recursos Naturais da Amazônia

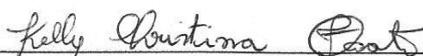
**Santarém, Pará  
Março de 2012**

**FITOQUÍMICA E ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE *Aniba parviflora*  
(LAURACEAE) CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA**

Esta dissertação foi julgada e adequada para obtenção do Título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Bioprospecção e Manejo de Recursos Naturais da Amazônia. APROVADA em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais da Amazônia - PGRNA, nível mestrado, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, em 30 de março de 2012.

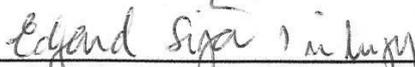
Profª. Dra. Rosa Helena Veras Mourão (UFOPA)  
Coordenadora do PGRNA

Apresenta à comissão Examinadora, integrada pelos professores:



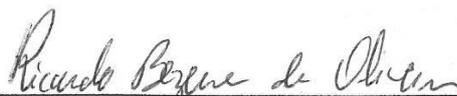
Profª. Dra. Kelly Christina Ferreira Castro (UFOPA)

Examinador 01



Prof. Dr. Edgar Siza Tribuzy (UFOPA)

Examinador 02



Prof. Dr. Ricardo Bezerra de Oliveira (UFOPA)

Examinador 3



Profª. Dra. Rosa Helena Veras Mourão (UFOPA)

Co-orientadora



Prof. Dr. Lauro Euclides Soares Barata (UFOPA)

Orientador

Santarém, março de 2012

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Gestão da Informação – SIGI/UFOPA**

---

P436f Pereira, Irislene Costa

Fitoquímica e aspectos morfofisiológicos de *Aniba parviflora* (Lauraceae) cultivada no município de Santarém - Pa / Irislene Costa Pereira. – Santarém, 2012.

79 f.: il.

Inclui bibliografias.

Orientador Lauro Euclides Soares Barata, Co-orientador Rosa Helena Veras Mourão

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Santarém, 2012.

1. Óleo essencial. 2. Flora. 3. Macacaporanga. 4. *Aniba parviflora*. 5. Família Lauraceae. 6. Plantas medicinais. 7. Santarém (PA). I. Barata, Lauro Euclides Soares, orient. II. Título.

CDD: 23 ed. 547.7

---

Bibliotecária - Documentalista: Clarice P. B. da Silva Neta – CRB/2 1085

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Miriam Costa e Luiz Costa, pelo apoio, incentivo e pelas orações nos momentos difíceis; ao meu amado esposo, Odinelson Pereira, pelo cuidado, amor e carinho, que me fizeram prosseguir nesta jornada e, ao meu filho, Samuel Ésli, pela compreensão de minhas ausências no decorrer deste curso.*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, meu porto seguro, pela vida, força e sabedoria a mim dispensada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Lauro Barata**, pelo apoio, incentivo, companheirismo e ensinamentos repassados. Obrigada por acreditar no meu trabalho e por me apresentar o maravilhoso mundo da Química.

A minha co-orientadora, Profa. **Rosa Mourão**, que apesar das correções - “puxões de orelha”, me ensinou muito sobre o mundo científico e sobre a arte da vida. Obrigada pelo incentivo e palavra amiga nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. **Fábio Augusto** do Laboratório de Química Analítica, Instituto de Química - Unicamp, por ceder gentilmente seu laboratório para a realização das análises cromatográficas.

Ao Dr. **Carlos Fidelis**, pelo conhecimento repassado sobre cromatografia gasosa e espectrometria de massas. Agradeço também pela contribuição na discussão e interpretação dos dados de análise química.

Aos **Professores do PPGRNA** pela dedicação e compromisso na arte de ensinar. Seus valiosos ensinamentos me ajudaram a crescer na vida acadêmica.

A **PEMATEC**, na pessoa de Sr. Juvenal Araújo, pela ajuda nas coletas e transporte de material botânico.

A **Brenna Ferreira** pela valiosa contribuição nos experimentos de biometria e germinação. Obrigada!

Aos membros do Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental (LabBBE): **Amanda, Aline, Ana Paula, Celyane, Joanderson, Leomara, Luciana, Márcia, Sandra, Suzane e Thuanny**, pelo companheirismo e fraternidade presente no grupo. Em especial a **Adrielle Bezerra**, pela ajuda nos experimentos de extração de óleo essencial e, a nossa técnica **Juliana Raposo**, pela disposição de estar sempre pronta a nos ajudar.

Aos colegas de mestrado, turma 2010 com os quais tive a honra de buscar mais conhecimento, durante estes dois anos. Em especial **Diana Amazonas, Helton Nina e Valéria Mourão**, pelo companheirismo, amizade e conhecimento científico adquirido. Aprendi muito com vocês. Obrigada!

A **CAPES, FAPESPA E SEDUC**, pelas bolsas concedidas e suporte financeiro.

A **PROPPIT** pelo auxílio financeiro nas pesquisas e participações em congressos.

E finalmente, a **todos** que me ajudaram de forma direta e indireta na realização deste trabalho. Muito obrigada!

*Dá instrução ao sábio, e ele se fará mais sábio; ensina ao justo e ele crescerá em entendimento.*

*Provérbios 9.9*

## RESUMO

PEREIRA, Irislene. **Fitoquímica e aspectos morfofisiológicos de *Aniba parviflora* (Lauraceae) cultivadas no município de Santarém-PA**. 2012. 92p. Dissertação de mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Bioprospecção e Manejo de Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Santarém, 2012.

*Aniba parviflora*, conhecida popularmente como macacaporanga, é uma espécie aromática, da família Lauraceae, nativa da Amazônia, distribuída nas localidades de Santarém, Faro e médio rio Tapajós. O óleo essencial desta planta apresenta propriedades anti-hemorrágica, antimicrobiana e antiinflamatória e, pode ser utilizado para fabricação de perfumes e cosméticos. Apesar do grande potencial econômico, é pouco estudada. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo analisar a composição química e o rendimento do óleo essencial extraído de folhas, flores, frutos, caules, caulículos e folíolos de *A. parviflora*, bem como avaliar os aspectos morfofisiológicos (biometria, germinação e desenvolvimento de plântulas). O material botânico foi coletado da Fazenda Curauá em Santarém - PA - Brasil. No estudo fitoquímico, folhas, flores, frutos, caules e plântulas foram submetidos à extração do óleo essencial por hidrodestilação. Os óleos essenciais foram avaliados quanto à composição química por CG-EM. Os compostos majoritários nos períodos seco e chuvoso foram o linalol (31,23%), seguidos do  $\beta$ -felandreno (6,66%) e o espatulenol (6,25%). As análises químicas feitas com os diferentes órgãos da planta confirmaram predominância do linalol entre os monoterpenos oxigenados. Os resultados evidenciaram que a sazonalidade não influenciou no rendimento de óleo essencial. No entanto, observaram-se variações qualitativas e quantitativas dos compostos químicos nos períodos seco e chuvoso. Nos aspectos morfofisiológicos os dados biométricos foram medidos com auxílio de paquímetro e balança de precisão. Os testes de germinação foram realizados em germinadores com três tratamentos (sementes frescas, sementes secas por 48 e 72 hs). O efeito de diferentes substratos (areia; terra preta + palha de arroz e terra preta + palha de arroz + cama de frango) e o desenvolvimento de plântulas, foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Oeste do Pará. Os resultados demonstraram que a sazonalidade não influenciou nas medidas biométricas de frutos e sementes. A secagem parcial das sementes diminuiu o percentual de germinação e aumentou o tempo médio de germinação. O substrato mais eficiente para a germinação foi a areia lavada. As plântulas apresentam raiz pivotante, longa, cilíndrica de coloração marrom; caulículo verde e cilíndrico e folhas alternadas, espiraladas, simples, glabras e pecioladas.

**Palavras-chaves:** óleo essencial, CG-EM, sazonalidade, morfofisiologia, *Aniba parviflora*.

## ABSTRACT

PEREIRA, Irislene. **Fitoquímica e aspectos morfofisiológicos de *Aniba parviflora* (Lauraceae) cultivadas no município de Santarém-PA**. 2012. 92p. Dissertação de mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Bioprospecção e Manejo de Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA. Santarém, 2012.

*Aniba parviflora*, popularly known as macacaporanga, is an aromatic species, the family Lauraceae, native to the Amazon, distributed in the towns of Santarém, Faro and middle rio Tapajós. The essential oil plant that shows anti-hemorrhagic, antimicrobial and anti-inflammatory and can be used for the manufacture of perfumes and cosmetics. Despite the great economic potential, it is poorly understood. Therefore, this study aimed to analyze the chemical composition and yield of essential oil extracted from leaves, flowers, fruits, stems, stem and leaves of *A. parviflora* and evaluate aspects morphophysiological (biometry, germination and seedling development). The plant material was collected in the Farm Curaua Santarém - PA - Brazil. In the phytochemical study, leaves, flowers, fruits, stems and seedlings were subjected to extraction of essential oil by hydrodistillation. The essential oils were evaluated for chemical composition by GC-MS. The major compounds in the dry and rainy periods were linalool (31.23%), followed by  $\beta$ -phellandrene (6.66%) and spathulenol (6.25%). The chemical analyzes made with the different plant organs confirmed the predominance of linalool between oxygenated monoterpenes. The results showed that seasonality did not affect the essential oil yield. However, there were qualitative and quantitative variations of chemical compounds in dry and rainy seasons. Morphophysiological aspects biometric data were measured with calipers and precision balance. Germination tests were carried out in germination with three treatments (fresh seeds, dry seeds for 48 and 72 h). The effect of different substrates (sand, black soil + rice straw and black earth + rice straw + poultry litter) and seedling development, was conducted at the Forest Nursery of the University of Western Pará. The results showed that the seasonality did not influence the biometric measurements of fruits and seeds. Partial drying of the seeds decreases the percentage of germination and increased the average germination time. The most efficient substrate for germination was washed sand. The seedlings have tap roots, long, cylindrical brown; stem green cylindrical leaves alternate, spiral, simple, petiolate and glabrous.

**Keywords:** essential oil, GC-MS, seasonality, morphophysiology, *Aniba parviflora*.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	xii
1 INTRDUÇÃO GERAL .....	1
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.1.1 Óleos Essenciais – Origem e definição .....	3
1.1.2 Metabólitos secundários .....	3
1.1.3 Composição química dos óleos essenciais .....	4
1.1.4 Utilidades dos óleos essenciais .....	9
1.1.5 Mercado de óleos essenciais .....	9
1.1.6 Influência da sazonalidade no rendimento e composição química de óleos essências .....	11
1.1.7 Análise cromatográfica de óleo essencial .....	12
1.1.8 Descrição e utilidades da espécie <i>Aniba parviflora</i> .....	13
1.1.9 Ensaio farmacológicos com <i>A. parviflora</i> .....	16
1.1.10 Potencial econômico da espécie <i>A. parviflora</i> .....	17
1.1.11 Importância dos estudos de germinação .....	17
1.1.12 Considerações sobre morfologia e biometria .....	19
1.2 OBJETIVOS .....	20
1.2.1 Objetivo geral .....	20
1.2.2 Objetivos específicos .....	20
1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21
CAPÍTULO I .....	26
RESUMO .....	27
1 INTRODUÇÃO .....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.1 Área de estudo e material de coleta .....	29
2.2 Biometria de frutos e sementes .....	30
2.3 Avaliação da germinação de <i>A. parviflora</i> em função dos diferentes níveis dos de secagem das sementes .....	30

2.4 Avaliação do efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e descrição do desenvolvimento de plântulas de <i>A. parviflora</i> .....	31
2.5 Estatística .....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.1 Biometria de frutos e sementes .....	33
3.2 Avaliação do efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e descrição do desenvolvimento de plântulas de <i>A. parviflora</i> .....	34
3.3 Avaliação da germinação de <i>A. parviflora</i> em função dos diferentes níveis de secagem da semente .....	36
4 CONCLUSÃO .....	38
5 BILIOGRAFIA CITADA .....	39
CAPÍTULO II .....	42
RESUMO .....	43
1 INTRODUÇÃO .....	44
2 PARTE EXPERIMENTAL .....	45
2.1 Área de estudo e coleta de material botânico .....	45
2.2 Extração de óleo essencial .....	46
2.3 Rendimento de óleo essencial .....	47
2.4 Análise química do óleo essencial .....	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
3.1 Rendimento de óleo essencial no período seco e chuvoso .....	49
3.2 Rendimento de óleo essencial de folhas, flores, frutos, caules e mudas .....	51
3.3 Composição química de óleos essenciais nos períodos seco e chuvoso .....	52
3.4 Composição química de flores, frutos, caules e mudas .....	60
4 CONCLUSÃO .....	63
5 REFERÊNCIAS .....	64
ANEXOS .....	68

## LISTA DE TABELAS

### LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO I

<b>Tabela 1:</b> Médias biométricas de frutos e sementes de <i>A. parviflora</i> no período seco e chuvoso.....	34
<b>Tabela 2:</b> Efeito de diferentes substratos na germinação de <i>A. parviflora</i> .....	37
<b>Tabela 3:</b> Efeito de dessecamento sobre a porcentagem de umidade, porcentagem de germinação e tempo médio de germinação em sementes de <i>Aniba parviflora</i> .....	38

### LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO II

<b>Tabela 1:</b> Rendimento de óleo essencial no mês de julho.....	50
<b>Tabela 2:</b> Rendimento de óleo essencial no mês de outubro.....	50
<b>Tabela 3:</b> Rendimento de óleo essencial no mês de fevereiro.....	51
<b>Tabela 4:</b> Rendimento de óleo essencial no mês de maio.....	51
<b>Tabela 5:</b> Rendimento de óleo essencial de diversos órgãos da planta.....	53
<b>Tabela 6:</b> Composição química do óleo essencial das folhas de <i>A. parviflora</i> no período chuvoso.....	56
<b>Tabela 7:</b> Composição química do óleo essencial das folhas de <i>A. parviflora</i> no período seco.....	58
<b>Tabela 8:</b> Resumo da comparação dos compostos químicos dos períodos seco e chuvoso.....	62
<b>Tabela 9:</b> Composição química do óleo essencial de diversos órgãos de <i>A. parviflora</i> .....	62

## LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE FIGURA – INTRODUÇÃO

<b>Figura 1:</b> Isopreno – unidade básica dos terpenos.....	07
<b>Figura 2:</b> Biossíntese de terpenos (Taiz e Zeiger, 2004).....	09
<b>Figura 3:</b> Biossíntese de fenilpropanóides (Peres, 2004).....	10
<b>Figura 4:</b> Árvore de <i>Aniba parviflora</i> plantada na Fazenda Pematec com aproximadamente 10 anos de idade.....	14
<b>Figura 5:</b> frutos e inflorescência de <i>Aniba parviflora</i> do experimento.....	16

### LISTA DE FIGURA – CAPÍTULO I

<b>Figura 1:</b> Mapa do Estado do Pará com a localização da cidade de Santarém.....	30
<b>Figura 2:</b> Imagem de satélite de Santarém e circunvizinhanças destacando a Fazenda Curauá.....	30
<b>Figura 3:</b> A: 1 semana; B: 2 semanas; C: 3 semanas; D: 4 semanas e E: 5 semanas após germinação.....	36
<b>Figura 4:</b> Porcentagem de germinação de <i>Aniba parviflora</i> com sementes frescas e secas por 48 e 72 hs.....	38

### LISTA DE FIGURAS – CAPÍTULO II

<b>Figura 1:</b> Dados climáticos obtidos de julho de 2010 a junho de 2011 na estação meteorológica de Mojuí dos Campos, Santarém – PA.....	46
<b>Figura 2:</b> Variação sazonal no rendimento de óleo essencial de <i>A. parviflora</i> .....	52
<b>Figura 3:</b> Teor de óleo essencial nas 5 unidades amostrais.....	53
<b>Figura 4:</b> Compostos majoritários do óleo essencial de <i>A. parviflora</i> no período chuvoso....	57
<b>Figura 5:</b> Compostos majoritários do óleo essencial de <i>A. parviflora</i> no período seco.....	60

## LISTA DE ABREVIÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIHPEC – Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal, Cosmético e Perfumaria

BLU – biomassa livre de umidade

CG-EM – cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa

DMAPP – diametilalil difosfato

EM – espectrometria de massas

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária

Es-CG-O – Enantioselective Gas Chromatography – Olfactometry

FPP – farnesil difosfato

GC-MS – gas chromatography mass spectrometry

GGPP – geranilgeranil difosfato

GPP – geranil difosfato

IPP - isopentinildifosfato

KB – King Blue

LabBBE- Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental

m:v – massa por volume

MEP – rota do metileritritol fosfato

MiDIC – Ministério de Desenvolvimento e Comércio Exterior

OE – óleo essencial

PCA – Análise de Componentes Principais

RAS – Regras para Análise de Sementes

TMG – tempo médio de germinação

## 1-INTRODUÇÃO GERAL

A Região Amazônica é constituída por uma vasta extensão de floresta tropical, o que a confere relevante potencial ambiental e econômico. Suas espécies vegetais são fontes de matéria-prima exploradas pelos setores industrial, madeireiro, farmacêutico, cosméticos e de perfumaria, quase sempre, sem os devidos cuidados relacionados à sua conservação (Silveira *et al.*, 2008).

A vegetação exuberante constitui um dos recursos mais importantes do Estado do Pará e particularmente do Município de Santarém. A grande diversidade florestal, parcialmente identificada com mais de duas mil espécies (Nagaishi, 2006) têm atraído a atenção de empresas farmacêuticas e de cosméticos. Em razão da grande extensão do Estado do Pará e da diversidade de sua flora, há necessidade de que o estudo das plantas medicinais e aromáticas seja regionalizado.

O município de Santarém, localizado no estado do Pará, é premiada pela natureza em termos de flora, com uma ampla variedade de espécies vegetais, destacando-se aquelas com uso terapêutico. O uso de plantas medicinais é bastante comum no meio rural e urbano, onde a tradição cultural e os problemas sócio-econômicos dificultam o acesso à medicina convencional.

Infelizmente, muitas informações e práticas sobre os usos das plantas, principalmente daquelas consideradas medicinais e aromáticas, estão se perdendo ao longo do tempo, quer seja pela ausência de estudos etnobotânicos, quer seja pelo uso inadequado da flora nativa, sem um programa de manejo sustentável, e que tem ameaçado e colocado em risco de extinção inúmeras espécies, muitas dessas ainda desconhecidas.

A exploração da floresta amazônica sem um manejo sustentável afeta a sociedade brasileira tanto ecológica quanto economicamente, pois o país deixa de usufruir dos benefícios e da renda que a diversidade amazônica oferece.

Segundo Maia e Andrade (2009), os recursos aromáticos naturais da Amazônia são considerados uma fonte renovável apropriada para a produção de óleos essenciais e aromas, assim como é uma clara alternativa econômica para o desenvolvimento sustentável, com perspectivas reais de geração de riqueza para a região. Para a produção de novos materiais, com base na flora aromática, é necessário ampliar o conhecimento científico de espécies com potencial econômico, visando subsidiar o setor público e privado na implementação de projetos com impacto tecnológico, com vistas ao crescimento regional do agronegócio.

Os óleos essenciais e aromas produzidos na região podem ser utilizados como matéria-prima na indústria de química fina, para aplicação direta em produtos como perfumes, fragrâncias e cosméticos, ou pela transformação em produtos derivados estruturais com uso nas indústrias de medicamentos (fitofármacos) ou veterinária e horticultura (inseticidas, fungicidas, bactericidas, larvicidas).

Entre as plantas aromáticas da região amazônica, destaca-se a *Aniba parviflora*, conhecida popularmente como macacaporanga. O potencial econômico do óleo essencial desta espécie seria mais bem direcionado para o setor de fitocosmético, uma vez que foi comprovado que o mesmo pode ser utilizado para fabricação de perfumes, cosméticos, e material de limpeza (Barata, 2008). Dada esta oportunidade, há necessidade de aprofundar os estudos fitoquímicos e morfofisiológicos da *Aniba parviflora*, a fim de melhor aproveitar o seu uso pelas indústrias de perfumaria e cosmético.

A apresentação deste trabalho foi realizada segundo as normas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia da Universidade Federal do Oeste do Pará. A dissertação foi dividida em: **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** sobre os aspectos gerais dos óleos essenciais e um levantamento sobre a espécie *Aniba parviflora*, seguido dos **OBJETIVOS** geral e específicos. A **METODOLOGIA** e **RESULTADOS** foram apresentados em forma de artigos divididos em dois capítulos. **Capítulo 1** – Biometria, morfologia e germinação de *Aniba parviflora* (Lauraceae) cultivadas no município de Santarém -PA, escrito de acordo com as normas da revista Acta amazônica e **Capítulo 2** – Influência da sazonalidade no rendimento e composição química do óleo essencial de *Aniba parviflora* (Lauraceae), escrito de acordo com as normas da revista Química Nova.

## **1.1-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1.1- Óleos Essenciais – Origem e Definição**

O emprego de óleos essenciais começou nas antigas civilizações, quando o homem descobriu o fogo e percebeu que ao queimar determinados arbustos e resinas, estas exalavam um aroma intenso. Na Idade Média os alquimistas perceberam que podiam sentir a presença das plantas aromáticas mesmo quando estas já haviam sido retiradas do recinto, devido ao aroma liberado, levando-os a buscar a quinta essência da matéria. Paracelsus, alquimista do século XVI, usou vapor para conseguir isolar o que ele chamou de “a alma da planta” ou a quinta essência daquele ser. Portanto, ele conseguiu separar um grupo de substâncias que continham o aroma. Essas substâncias comportavam-se como o óleo, ou seja, não se misturavam com a água, de onde surgiu o nome óleo essencial. Hoje em dia, mesmo não sendo óleo fixo (composto por lipídeos e triglicerídeos), nem sendo essencial a planta, o termo óleo essencial ou essência é utilizado no mundo todo (adaptado de Blanco *et al.*, 2007).

Conforme a International Standard Organization (ISO), descrito por Simões e Spitzer (2003), os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. A designação de “óleo” é devida a algumas características físico-químicas como a de serem geralmente líquidos de aparência oleosa à temperatura ambiente. Sua principal característica é a volatilidade, diferenciando-os dos óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas obtidas normalmente de sementes, como, por exemplo, soja, mamona e andiroba.

Os óleos essenciais existem naturalmente em diversos órgãos das plantas tais como nas folhas, flores, frutos, caules, troncos e raízes, consistindo numa complexa mistura de substâncias sólidas, líquidas e voláteis, quimicamente complexas e variáveis na sua composição, sendo originados a partir do metabolismo secundário.

### **1.1.2-Metabólitos secundários**

Os metabólitos secundários são compostos que geralmente apresentam estruturas complexas. Eles também apresentam concentrações relativamente baixas e ocorrem em grupos distintos de plantas. Já os metabólicos primários (lipídeos, glicídeos e protídeos), são essenciais a todos os seres vivos e com funções bem definidas (Von Poser e Mentz, 2003). Entre os metabólitos secundários, destacam-se os óleos essenciais produzidos pela planta e

armazenados em estruturas anatômicas altamente especializadas como tricomas glandulares, células oleíferas, células parenquimáticas, cavidades secretoras, ductos e laticíferos (Buchanan *et al.*, 2000).

Os metabólitos secundários não são essenciais à vida do organismo que os biossintetiza. No entanto, são essenciais na comunicação da espécie, na defesa contra herbívoros e atração de insetos polinizadores, contribuindo no diálogo químico entre a planta e o ecossistema que permite sua sobrevivência (Lobo e Lourenço, 2007).

Atuam ainda como fitoalexinas, combatendo fitopatógenos. Podem exercer funções alelopáticas, estimulando ou inibindo a germinação de sementes e o desenvolvimento de outras plantas (Silva e Casali, 2000). São mediadores de interações ecológicas e garantem a sobrevivência de organismos em ambientes hostis, onde muitos organismos competem uns com os outros, aumentando a competitividade desses organismos (Castro *et al.*, 2004).

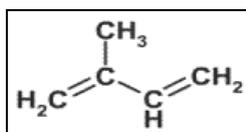
Esses metabólicos, além de muito diversificados, possuem interessantes propriedades biológicas. Muitas comercialmente importantes para os setores alimentício, agrônomo, de perfumaria e farmacêutico, o qual visa principalmente o grande número de substâncias farmacologicamente ativas. A surpreendente variedade de metabólicos secundários nos vegetais vem despertando o interesse de pesquisadores de vários campos da ciência que visam neles uma promissora fonte de moléculas potencialmente úteis ao homem.

Existem três grandes grupos de metabólicos secundários: terpenos, compostos fenólicos e alcalóides. Os terpenos são sintetizados a partir do ácido mevalônico (no citoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico. Por fim, os alcalóides são derivados de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico, e também de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina) (Peres, 2004).

### **1.1.3-Composição química dos óleos essenciais**

Os constituintes de óleos essenciais de plantas são divididos em duas classes químicas inteiramente distintas, terpenóides e fenilpropanóides. Embora os terpenos representem a maioria dos componentes e ocorram com muito mais frequência e abundância, sempre que os fenilpropanóides estão presentes fornecem um sabor e odor indispensáveis e significativos ao óleo. Terpenóides e fenilpropanóides originam-se de metabolismos precursores diferentes e são gerados por rotas biossintéticas completamente distintas (Sangwan *et al.* 2001).

Os terpenos ou terpenóides são compostos que ocorrem em todas as plantas e compreendem uma classe de metabólicos secundários com uma grande variedade estrutural. Os terpenos são formados pela fusão de unidades isoprênicas de cinco carbonos; quando submetidos a altas temperaturas, podem se decompor em isoprenos (**Figura 1**), podendo referir-se, ocasionalmente, a todos os terpenos como isoprenóides (Taiz e Zeiger, 2004). Sua classificação é feita de acordo com a quantidade de unidades de isopreno em: hemiterpenóides (C5); monoterpenóides (C10); sesquiterpenóides, (C15); diterpenóides, (C20); triterpenóides, (C30); e tetraterpenóides, (C40) (Peres, 2004).



**Figura 1:** Isopreno – unidade básica dos terpenos

Os hemiterpenóides são o menor grupo dos terpenos, sendo que o seu representante mais conhecido e estudado é o isopreno, um produto volátil liberado de tecidos fotossinteticamente ativos (Croteau *et al.*, 2000).

Os monoterpenóides são compostos por duas unidades de isopreno. Devido a sua baixa massa molecular, estes costumam ser voláteis, sendo os constituintes das essências voláteis e óleos essenciais, atuando na atração de polinizadores. Atualmente são conhecidos mais de 1.000 monoterpenóides naturais e alguns têm sido empregados nas indústrias de perfumes e fragrâncias, produção de especiarias, culinária, indústria de alimentos e condimentos (Viegas Jr, 2003).

Os monoterpenos podem ocorrer em pêlos glandulares, células parenquimáticas diferenciadas e em canais oleíferos. Eles podem estar estocados em flores, como as de laranjeira, folhas, como no capim-limão, nas cascas dos caules, como na canela, na madeira, como no sândalo ou no pau-rosa, e em frutos como nos de erva-doce (Peres, 2004). Quimicamente são representados pela fórmula  $C_{10}H_{16}$ , podendo ser cíclico ou ramificado e oxigenado. Vários terpenos já são conhecidos e utilizados pelo homem pelas suas propriedades inseticidas e aromáticas dos óleos essenciais derivados dos monoterpenos (Viegas Jr, 2003).

Os sesquiterpenos são hidrocarbonetos de fórmula química  $C_{15}H_{24}$ , formados por três unidades isopreno, podendo também apresentar o oxigênio em sua constituição, sendo denominados de hidrocarbonetos oxigenados. São encontrados em plantas e insetos como agentes de defesa e feromônio.

Os diterpenóides compreendem um grande grupo de compostos não voláteis, possuindo uma vasta gama de atividades diferentes que incluem os hormônios, ácidos resínicos e agentes anticancerígenos (Robbers *et al.*, 1997; Croteau *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2003). Peres (2004) descreve que talvez o principal papel desempenhado por um diterpeno seja o das giberelinas, as quais são importantes hormônios vegetais responsáveis pela germinação de sementes, alongamento caulinar e expansão dos frutos de muitas espécies vegetais.

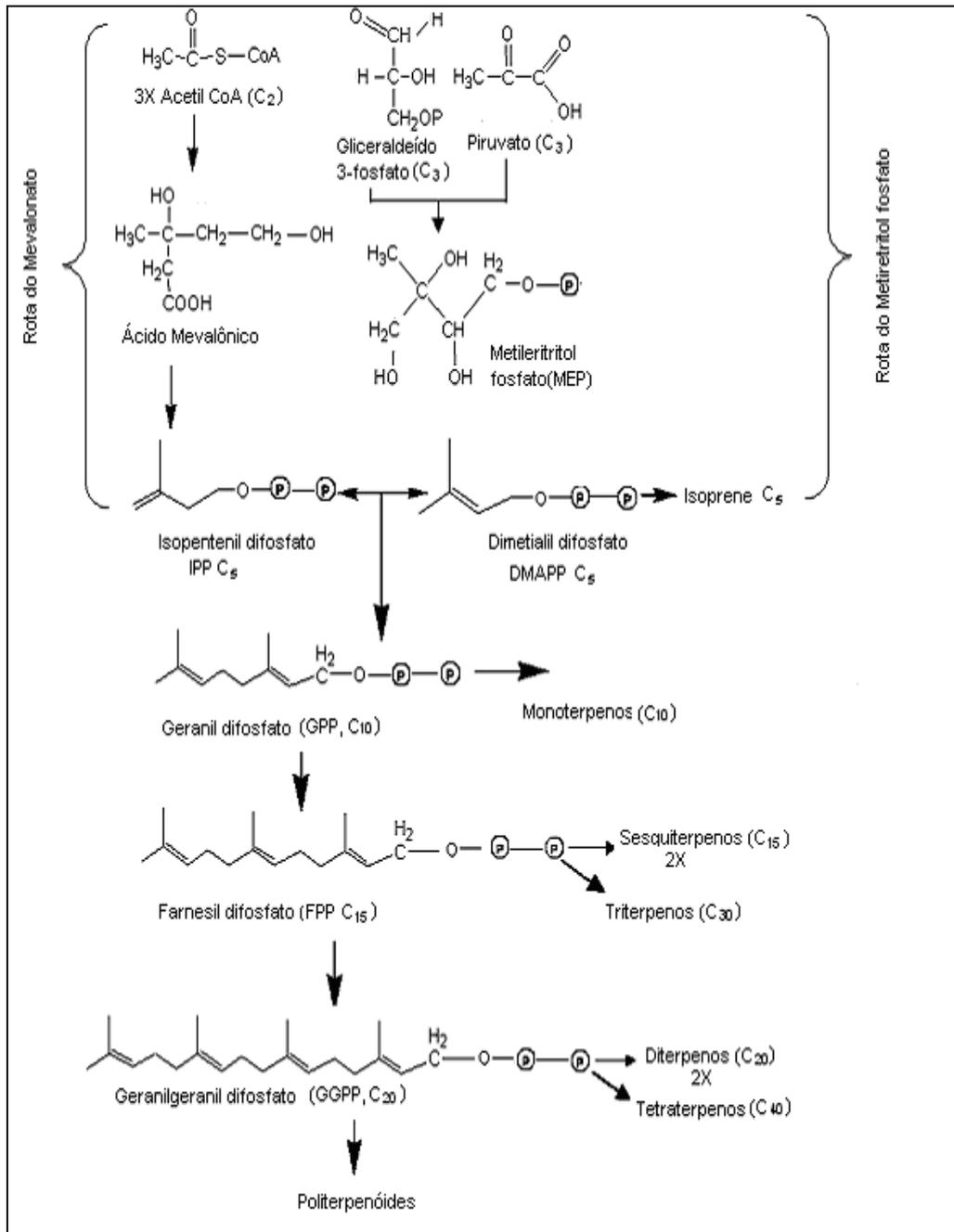
Os triterpenóides formam os componentes das resinas, látex, ceras e cutículas das plantas. Entre os triterpeno, estão uma importante classe de substâncias, os esteróides. Outra classe importante são as saponinas. Nas plantas, as saponinas desempenham um papel importante na defesa contra insetos e microorganismos (Peres, 2004).

Os tetraterpenóides são carotenóides, pigmentos responsáveis pela coloração amarela, laranja, vermelha e púrpura dos vegetais, desempenhando função essencial na fotossíntese e, especialmente, na pigmentação de flores e frutos. Os politerpenóides são aqueles com mais de oito unidades de isopreno, ou seja, com mais de 40 carbonos na sua estrutura, como os longos polímeros encontrados na borracha (Robbers *et al.*, 1997; Croteau *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2003)

Os terpenos são biossintetizados a partir de metabólicos primários por no mínimo duas rotas diferentes, conforme mostra a Figura 2 (Taiz e Zeiger, 2004). Na rota do ácido mevalônico, três moléculas de acetil CoA (coenzima A) são ligadas, a partir de uma série de etapas da rota, para formar o ácido mevalônico. Esse importante intermediário de seis carbonos é então pirofosforilado, descarboxilado, e desidratado para produzir o isopentenil difosfato (IPP), que é a unidade básica na formação dos terpenos. O IPP também pode ser formado a partir de intermediário da glicose ou do ciclo de redução fotossintética do carbono, através de um conjunto de reações denominado de rota do metileritritol fosfato (MEP) que ocorre nos cloroplastos e outros plastídeos. O gliceraldeído-3-fosfato e dois átomos de carbono derivados do piruvato se combinam para formar um intermediário que é convertido em IPP.

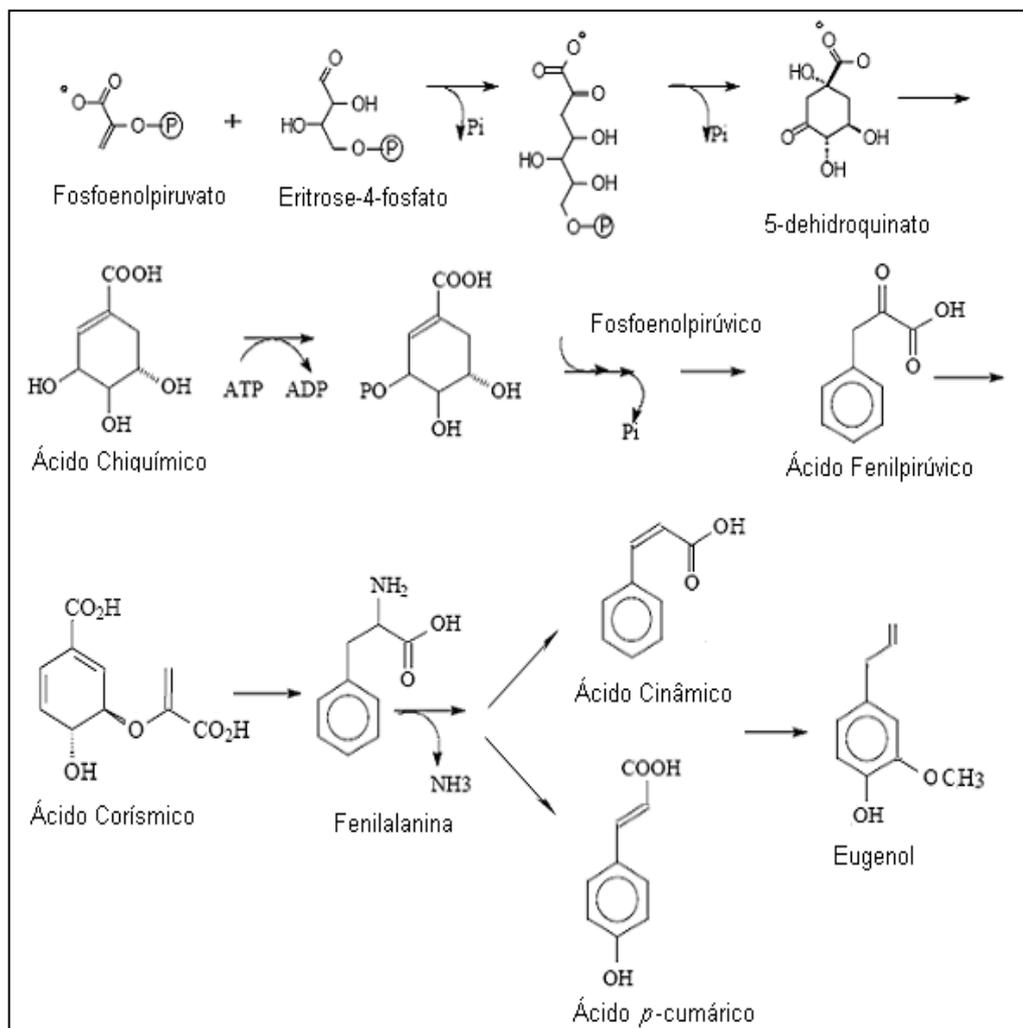
O isopentenil difosfato e seu isômero, o dimetilalil difosfato (DMAPP) são as unidades pentacarbonadas ativas na biossíntese dos terpenos que se unem para formar moléculas maiores. Inicialmente o IPP e o DMAPP reagem e formam o geranyl difosfato (GPP), uma molécula de 10 carbonos, a partir da qual são formados os monoterpenos. O GPP pode, então, ligar-se a outra molécula de IPP, formando um composto de 15 carbonos, farnesil

difosfato (FPP), precursor da maioria dos sesquiterpenos. A adição de outra molécula de IPP forma o geranylgeranyl difosfato (GGPP), composto de 20 carbonos precursor dos diterpenos. Finalmente, FPP e GGPP podem dimerizar para formar triterpenos (C<sub>30</sub>) e tetraterpenos (C<sub>40</sub>), respectivamente. No geral, os terpenóides são os constituintes predominantes dos óleos essenciais das plantas, mas muitos dos óleos essenciais também podem ser compostos de outros produtos químicos, os fenilpropanóides (Taiz e Zeiger, 2004).



**Figura 2:** Biossíntese de terpenos (Taiz e Zeiger, 2004)

Os fenilpropanóides são substâncias naturais amplamente distribuídas nos vegetais e constituídas por um anel aromático unido a uma cadeia de três carbonos e derivadas biossinteticamente do ácido chiquímico (Figura 3).



**Figura 3:** Biossíntese de fenilpropanóides (Peres, 2004)

O ácido chiquímico é formado por dois metabólitos da glicose, o fosfoenolpiruvato e a eritrose-4-fosfato. Através da junção do ácido chiquímico e de uma molécula de fosfoenolpiruvato ocorre a formação do ácido corísmico (Peres, 2004).

O ácido corísmico é responsável por gerar aminoácidos aromáticos, como a fenilalanina, a tirosina e o triptofano, que são precursores de vários alcalóides. Esses aminoácidos sofrem ação enzimática, dando origem ao ácido cinâmico ou ao ácido p-cumárico, também chamado de p-hidroxicinâmico (Lorenzo *et al.*, 2002).

A partir do ácido cinâmico ou do ácido p-cumárico são formados compostos fenólicos simples denominados fenilpropanóides. Esses compostos costumam ser voláteis, sendo considerados, juntamente com os monoterpenos, óleos essenciais (Peres, 2004).

#### **1.1.4-Utilidades dos óleos essenciais**

Os óleos essenciais são empregados principalmente como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas e orais e comercializados na sua forma bruta ou beneficiada, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (Bizzo *et al.*, 2009).

No dia-a-dia, inúmeros produtos que utilizamos como balas, cremes dentais, perfumes, produtos farmacêuticos, detergentes, desinfetantes, alimentos e bebidas levam em sua composição óleos essenciais ou seus derivados. Os óleos essenciais constituem as principais matérias-primas das indústrias ligadas aos setores de fármacos, perfumaria, cosméticos e condimento. A busca pelo naturalismo também tem feito crescer a demanda pelos produtos originais obtidos diretamente das plantas. Além do mais, há dificuldades para que os aromas sintéticos aproximem-se da perfeição dos aromas naturais, além das dúvidas ainda existentes sobre os efeitos deletérios ao ser humano, questão esta que cresce fortemente em nível mundial.

#### **1.1.5- Mercado de óleos essenciais**

Atualmente, as dez maiores empresas do mercado de aromas e fragrâncias (A&F) são Givaudan, IFF, Firmenich, Symrise, ICI (Quest), Takasago, Sensient Flavors, T. Hasegawa, Mane e Danisco. A indústria de A&F divide-se em dois segmentos principais:

- **Fragrâncias:** é o setor da indústria voltado ao odor de produtos como sabões, sabonetes, desinfetantes, aromatizantes de ambiente, cosméticos em geral e perfumes.
- **Aromas:** é o setor responsável por dar sabor a bebidas e alimentos. Possui legislação própria e mais rigorosa. Apesar da grande semelhança entre as matérias primas de cada segmento, a composição e a concentração de cada ingrediente no produto formulado são muito diferentes.

Apontado como o País de maior diversidade biológica do mundo, o Brasil pouco tem contribuído com novas matérias-primas para a indústria mundial de aromas e fragrâncias. Mesmo com o crescente número de publicações na área de plantas aromáticas, principalmente

no Norte e Nordeste, a contribuição efetiva para a geração de renda no país ainda é pequena (Mattoso, 2005), isto significa uma contribuição científica, mas tecnologicamente insignificante.

No mundo todo, apenas cerca de 300 diferentes tipos de óleos essenciais são comercializados, apesar de serem conhecidos aproximadamente 3.000 tipos (Busatta, 2006).

No mercado internacional o Brasil se posicionou como o quarto maior exportador de óleos essenciais em 2010, com aproximadamente US\$ 103,5 milhões (MDIC, 2010) depois dos Estados Unidos, França e Reino Unido. No entanto, deste valor, US\$74,5 milhões (80%), referem-se às exportações de óleo de laranja doce, subproduto da expressiva indústria brasileira de suco, a maior do mundo, porém de baixo preço (US\$2,58/Kg). Fora os cítricos o Brasil exporta eucalipto, pau-rosa, citronela, gengibre e capim santo (MDIC, 2010).

O faturamento do Brasil ao nível de consumidor no setor de higiene, perfumaria e cosméticos atingiu US\$ 28,4 bilhões em 2009 (ABIHPEC, 2010) ficando atrás apenas dos EUA e Japão. Na indústria de perfumaria, os óleos essenciais ocupam 14% do mercado de cosméticos, setor onde o país classifica-se como a terceira maior indústria no mundo (Ferraz *et al.*, 2009). Entretanto, de maneira geral, os produtos exportados pelo Brasil são caracterizados por grande volume, baixo preço de mercado e pouco valor agregado, resultante da carência de tecnologia introduzida (Barata, 2001).

No Estado do Paraná, as espécies mais importantes são a camomila e o gengibre, porém outras espécies como o capim limão e eucalipto vêm sendo exploradas. O Estado é responsável por 10% das importações de óleos essenciais de diversas plantas. Estes dados revelam a necessidade de expansão desse mercado, tanto no Paraná como no Brasil, nos próximos anos (Barata *et al.*, 2005). No passado, o país teve destaque como exportador de óleos essenciais de pau-rosa, sassafrás e menta, mas, nos dois últimos casos, passou a condição de importador (Bizzo *et al.*, 2009).

O Brasil, mais especificamente, a Amazônia, é o único produtor e exportador do óleo de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) no mundo. Doze mil quilos do óleo foram exportados no ano 2010 a 2011. Toda a produção é predatória, árvores centenárias da floresta são abatidas, reduzidas à cavacos, extraídas com vapor d'água e exportadas na forma de óleo no estado bruto para as mais importantes indústrias de fragrâncias do mundo. Em 2010 o pau-rosa entrou na lista internacional da CITES (Convenção do Comércio de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Silvestres), o que significa que a produção deva cair drasticamente. No entanto, é possível que o óleo essencial das folhas possa complementar ou mesmo substituir parte

deste mercado. Da mesma família e mesmo gênero que o pau-rosa, a macacaporanga (*Aniba parviflora*) tem grande chance de entrar neste mercado se houverem cultivos racionais para exportar o óleo das folhas.

### **1.1.6-Influência da sazonalidade no rendimento e composição química de óleos essenciais**

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos, porém, outros fatores podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólicos secundários. De fato, os metabólicos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente. Os estímulos decorrentes do ambiente, no qual a planta se encontra, podem redirecionar a rota metabólica, ocasionando a biossíntese de diferentes compostos. Dentre estes fatores, podem-se ressaltar as interações planta/ microrganismos, planta/ insetos e planta/ planta; idade e estágio de desenvolvimento, fatores abióticos como luminosidade, temperatura, pluviosidade, nutrição, época e horário de coleta, bem como técnicas de colheita e pós – colheita. É válido ressaltar que estes fatores podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente, podendo exercer influência conjunta no metabolismo secundário. Em estudos de campo e com plantas anuais, os efeitos da sazonalidade podem ser confundidos com alterações metabólicas, sob controle do processo de desenvolvimento hormonal, controlado pela planta, devendo assim ser considerados em conjunto. (Morais, 2009) A interferência da sazonalidade no rendimento e na composição dos óleos essenciais é analisada em vários trabalhos descritos na literatura, como nos exemplos a seguir.

Colheitas de *Ocimum gratissimum* realizadas, durante a estação úmida e quente, proporcionaram incremento na produção de fitomassa, quando comparadas às colheitas realizadas no período mais frio e seco (Choudhury e Bordoloi, 1988). Estudos realizados por Czepac (1996), nos quais avaliou as frequências de corte de *Mentha arvensis*, demonstraram que os menores rendimentos de fitomassa foram obtidos nos cortes efetuados no inverno. Pesquisas avaliando o efeito da sazonalidade associada à época de colheita na produção de fitomassa de *Lippia alba*, destacaram que os maiores rendimentos foram obtidos nos cortes realizados na primavera e no verão, sendo os menores obtidos no corte realizado no inverno (Castro, 2001).

Em estudos realizados com *Salvia officinalis*, no qual se avaliou a influência da sazonalidade no rendimento e na composição química do seu óleo essencial, Putievsky *et al.*

(1986) concluíram que o maior rendimento de óleo essencial foi obtido no primeiro ano de cultivo, em corte realizado no verão. Com relação à composição do óleo essencial, este apresentou maior teor de constituintes majoritários (tujona e cânfora) no segundo ano de cultivo, quando o corte foi realizado na primavera.

Chaves (2002) avaliou o efeito da época de corte (outono, inverno, primavera e verão) na composição do óleo essencial de folhas e inflorescências de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*). Os resultados demonstraram que houve interferência na composição do óleo essencial em função da variação climática, apresentando as folhas como componente majoritário, o eugenol no verão, e o  $\beta$ -selineno e trans-cariofileno no inverno. As inflorescências apresentaram o 1,8-cineol como principal composto, com níveis baixíssimos de eugenol, sendo o teor do primeiro menor no outono.

Bezerra *et al.* (2008), observaram alterações nos teores de acetato de trans pinocarveíla, acetato de mirtenila e  $\beta$ -pineno, componentes majoritários do óleo essencial de macela, apresentaram alterações quando extraídos de capítulos florais provenientes de diferentes épocas de colheita.

Ao destilarem folhas de *Eucalyptus citriodora* Hk. durante um ano, a intervalos mensais, Kapur *et al.* (1982) verificaram que a produção de óleo essencial foi mínima durante os meses de inverno (junho e julho), mas após esta estação, a produção aumentou gradualmente e permaneceu assim até os meses de setembro, outubro e novembro e alcançou o máximo de produção durante os meses mais quentes (dezembro a fevereiro). Observaram ainda que houve um pequeno declínio nos meses de março e abril. O teor de citronelal foi baixo em maio e junho, mas permaneceu alto nos outros meses do ano.

Os diferentes experimentos analisados acima permitem sugerir que a composição química e o rendimento dos óleos essenciais são determinados tanto por fatores genéticos, como por fatores bióticos e abióticos, como a sazonalidade, podendo alterar a produção dos metabólicos secundários, redirecionando a rota metabólica e levando a biossíntese de diferentes compostos que influenciarão diretamente na qualidade dos óleos (Morais, 2009). Análises que comprovam estas mudanças são frequentemente realizadas com a Cromatografia de Gás acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM).

### **1.1.7-Análise cromatográfica de óleo essencial**

A cromatografia gasosa (CG) é uma técnica única e versátil, originalmente, aplicada à análise de gases e vapores de componentes muitos voláteis, atualmente tornou-se uma

ferramenta analítica para separação e análise direta de amostras gasosas, soluções líquidas e voláteis (Grob, 2004).

Essa técnica foi introduzida por James e Martins em 1952 (James e Martins, 1952). Sua operação consiste na volatilização e transferência de analitos para uma coluna cromatográfica, através de uma interface aquecida chamada injetor. A coluna cromatográfica também é aquecida de forma controlada podendo criar rampas com temperaturas desejadas e para movimentar a amostra dentro de uma coluna usa-se um gás inerte (He, H<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>) conhecido também como gás de arraste (Kitson *et al.*, 1996)

O tempo que o composto leva para percorrer a superfície da fase estacionária é chamado tempo de retenção e, é característico para o mesmo composto mantendo-se as exatas condições de análise. Assim, com algumas informações prévias sobre a amostra, podem-se utilizar esses tempos como um guia para o estudo de composição, desde que se possua o padrão.

A identificação dos compostos utilizando apenas o sistema de cromatografia pelo seu tempo de eluição era bastante difícil. Contudo, não demorou para que a técnica de cromatografia gasosa fosse acoplada ao espectrômetro de massas (EM), dando origem ao CG-EM (cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas).

Os detectores EM são uma ferramentas poderosas para a identificação dos componentes de uma amostra. Além das informações sobre a pureza dos sinais cromatográficos, detectores do tipo EM aumentam a detectabilidade de compostos minoritários, proporcionando melhores resultados das análises qualitativas.

A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas é uma ferramenta que pode ser usada para separar, quantificar e identificar misturas voláteis complexas como o óleo essencial, possibilitando análises rápidas e com muito mais informações (Rubiolo *et al.*, 2010). Segundo Maia e Andrade (2009), o óleo essencial de *Aniba parviflora* contem de 30 a 50% de linalol.

### **1.1.8- Descrição e utilidades da espécie *Aniba parviflora***

As Lauraceae destacam-se entre as demais famílias botânicas pela sua importância econômica. Algumas espécies têm sido utilizadas pelas indústrias para fabricação de diversos produtos, porém na Amazônia, a maioria das espécies tem seu uso restrito a comunidades tradicionais que detém o conhecimento empírico de utilização destas plantas (Marques, 2001).

Dentre as Lauraceae, destaca-se o gênero *Aniba*, presente apenas no neotrópico, principalmente na região amazônica. O pau-rosa, *Aniba rosaeodora*, é a espécie mais conhecida do gênero em função do óleo essencial extraído de seu tronco e largamente usado em aromas e fragrâncias de empresas de perfumaria internacionais (Mattoso, 2005).

A espécie *Aniba parviflora* (**Figura 4**), conhecida popularmente como macacaporanga e que tem como sinonímia *Aniba fragrans* Ducke (Kubitzki e Renner, 1982), é uma espécie aromática, da família Lauraceae, nativa da Amazônia cujos ramos e a madeira, quando secos e transformados em pó são utilizados como sachês aromatizantes (Corrêa, 1974), e em “banhos de cheiro” (Rodrigues, 1989). É uma árvore de médio porte, encontrada nos arredores de igarapés da floresta amazônica ocidental, distribuída nas localidades de Santarém, Faro e médio rio Tapajós (Revilla, 2002).



**Figura 4:** Árvore de *Aniba parviflora* plantada na Fazenda Pmatec com aproximadamente 10 anos de idade.

Sua casca é comercializada no mercado Ver-O-Peso, em Belém-PA, com o nome de macacaporanga ou louro rosa. Sua infusão é usada nos tradicionais banhos-de-cheiro, comuns na época dos festejos de São João. (Mattoso, 2005)

Estudos agronômicos mostram que a planta na fase inicial de crescimento é pouco responsiva ao fornecimento de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) na proporção de 10 : 28 : 20, não apresentando efeito significativo na altura, diâmetro e número de folhas.

Além disso, a sobrevivência e o crescimento inicial desta espécie, quando associada a *Manihot esculenta* Crantz (macaxeira) favoreceu a sobrevivência e o estabelecimento inicial da macacaporanga (Rosa *et al.*, 1997). Sua morfologia é caracterizada por casca pardo-amarela, folhas coriáceas, inflorescência lateral de até 2,5 centímetros de comprimento, frutos com drupa cupulada, tipo baga, de aproximadamente 2,0 x 2,5 cm, contendo apenas uma semente por fruto, cor vinho escuro quando maduro (**Figura 5**). A semente, assim como o fruto, tem forma ovóide, cor marrom clara e apresenta manchas marrom-escuras (Silveira *et al.*, 2008).



**Figura 5:** frutos e inflorescência de *Aniba parviflora* do experimento<sup>1</sup>

Morfologicamente, a espécie *A. parviflora* é semelhante ao pau-rosa (*A. rosaeodora*) dificultando sua identificação e causando, conseqüentemente, confusão entre as duas espécies (Ferraz, 2009). Por esta razão a macacaporanga tem sido explorada na região de Santarém para a obtenção de mudas. No entanto, apesar das semelhanças entre as espécies, ambas apresentam aroma diferenciado no óleo essencial e mesmo nas folhas. Análise olfativa do óleo essencial das folhas de pau-rosa e macacaporanga, realizado, através de cromatografia gasosa enantioselectiva acoplada à olfatométria (Es-CG-O Enantioselective Gas Chromatography - Olfactometry) comprovou que ambos são bem distintos (Barata *et al.*, 2003). Além do mais, análise das folhas de *A. parviflora* e *A. rosaeodora*, realizado na Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, utilizando a técnica de micro-extração em fase sólida (SPME), seguido de análise de componentes principais (PCA), mostrou que é possível não só diferenciar estas espécies, como também separá-las por data de coleta,

<sup>1</sup> Fazenda Curauá, Empresa PEMATEC (ver Metodologia)

indicando que existem influências da maturação na composição química dessas espécies (Souza, 2010).

Estudos realizados sobre a análise do óleo essencial das folhas de *A. parviflora* (macacaporanga) usando-se a cromatografia gasosa bidimensional (CG x CG) com espectrometria de massa quadrupolar de rápida varredura forneceram espectros de massa de alta qualidade. A eficácia do experimento bidimensional foi eficiente para identificar a presença de 87 componentes presentes no óleo essencial da planta em estudo (Tranchida *et al.*, 2008). Souza, (2010) também analisou o perfil cromatográfico do óleo essencial de *A. parviflora* extraído de folhas, utilizando esta mesma técnica, para comparar com a cromatografia gasosa monodimensional. A análise bidimensional possibilitou também a identificação de 87 componentes, contra 57 componentes na análise monodimensional, mostrando um ganho significativo em resolução e detectibilidade, confirmando grande vantagem dessa técnica.

#### **1.1.9- Ensaios farmacológicos com *A. parviflora***

Estudos revelam que o linalol apresenta atividade anti-inflamatória e analgésica (Peana *et al.*, 2003 e Peana *et al.*, 2002). Ensaios farmacológicos realizado pelo Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental confirmaram a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *A. parviflora* que contém o linalol como composto majoritário (Sarrazim, *et al.*, 2010). Além disso, o mesmo grupo detectou que o extrato aquoso de *A. parviflora* apresenta atividade anti-hemorrágica<sup>2</sup> contra o veneno de *Bothrops jararaca* (Moura, 2010). Com isso, há necessidade de se estudar a composição química do óleo de *Aniba parviflora* para que se possa melhor conhecer suas propriedades fitoquímicas e farmacológicas.

#### **1.1.10-Potencial econômico da espécie *A. parviflora***

No setor farmacológico, o óleo essencial apresenta diversas atividades biológicas (antimicrobiana, anti-hemorrágica e antiinflamatória).

---

<sup>2</sup> O extrato aquoso foi produzido com plantas adultas (~8anos) de macacaporanga provenientes da mesma área de nossos estudos.

No setor de fitocosmético, como já foi citado, o óleo essencial de macacaporanga pode ser utilizado para fabricação de perfumes, cosméticos, e material de limpeza (Barata, 2008). O potencial econômico deste óleo essencial ficou comprovado a partir do momento em que a empresa multinacional Giuvadán mostrou interesse em comercializar o mesmo para a produção de perfume. Portanto, faz-se necessário aprofundar os estudos fitoquímicos, para avaliar a composição química e o rendimento do óleo para o uso racional pelas indústrias de perfumaria e cosmético. Além disso, a extração do óleo de ramos e folhas das árvores de macacaporanga pode ser feita de forma sustentada, através de talhadia e/ou podagem (Silveira *et al.*, 2008). No entanto, apesar do grande potencial econômico, poucos são os registros na literatura (Mattoso, 2005; Tranchida *et al.*, 2008; Souza, 2010) que tratam da macacaporanga, especialmente no que se refere aos estudos de fitoquímica e morfofisiologia. Por estes motivos, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a composição química, o rendimento do óleo essencial e os aspectos morfofisiológicos de *Aniba parviflora*.

#### **1.1.11- Importância dos estudos de germinação**

Tendo em vista o potencial econômico do óleo essencial de *Aniba parviflora* no setor de perfumaria, é viável o estudo de sua germinação para a produção de mudas. A germinação consiste na retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. A absorção de água pela semente é o início do processo germinativo. Nessa fase, ocorre a reidratação dos tecidos e a intensificação da respiração e de todas as atividades metabólicas que resultam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento do eixo embrionário. Em relação à temperatura, a maioria das espécies tropicais tem temperatura ótima entre 15 e 30°C, e a máxima varia entre 35 e 40°C (Bewley e Black, 1982).

Os estudos com germinação de sementes são geralmente realizados com os objetivos de ampliar os conhecimentos fisiológicos, verificando as respostas de germinação a fatores ambientais, causas de dormência e métodos para a descrição morfológica, acompanhando o desenvolvimento do embrião e da plântula e, para verificar o estágio de maturação das sementes e o efeito do processamento e armazenamento sobre a qualidade de sementes (Baskin e Baskin, 1998).

O objetivo principal dos testes de germinação é o fornecimento de informações sobre a qualidade das sementes, que podem ser usadas na seleção de lotes para armazenamento, comercialização e semeadura. Sementes de alta qualidade apresentam maior potencial de armazenamento, formam mudas mais vigorosas e têm melhor estabelecimento no campo. Na condução do teste de germinação, dois princípios básicos devem ser observados – condições ideais para a germinação das sementes e a padronização da metodologia.

Para as espécies agrícolas e muitas outras espécies de valor comercial, a metodologia do teste de germinação está padronizada e descrita nas Regras para Análise de Sementes RAS (Brasil, 1992) mas, para muitas espécies arbóreas nativas, esta metodologia não é conhecida ou ainda não está padronizada.

As sementes de espécies florestais nativas representam menos de 0,1% das citadas nas RAS (Bewley e Black, 1982). Na análise de sementes de muitas dessas espécies são utilizadas metodologias já estabelecidas, adequando-as às características de cada espécie, e muitas vezes adaptando-as.

O conhecimento dos principais processos envolvidos na germinação de sementes é de vital importância para a preservação das espécies florestais nativas, principalmente no que se refere ao comportamento das sementes quando submetidas à germinação para a produção de mudas.

O tipo de substrato e a redução no grau de umidade são dois dos importantes fatores que afetam o comportamento germinativo das sementes durante o teste de germinação. O substrato constitui o meio no qual a semente é colocada para germinar e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas (Figliolia et al., 1992 e Figliolia et al., 1993). A redução do grau de umidade das sementes pode reduzir significativamente a germinação (Carvalho & Müller, 1998).

Como não foram encontradas na literatura informações referentes aos processos envolvidos na germinação da macacaporanga (*Aniba parviflora*), e considerando o potencial econômico que a espécie representa para a região, faz-se necessário um estudo de germinação das sementes, para a garantia do processo de produção de mudas e perenização da espécie.

#### **1.1.12- Considerações sobre morfologia e biometria**

Os trabalhos de morfologia de plântulas têm merecido atenção há algum tempo como parte de estudos morfoanatômicos, objetivando ampliar o conhecimento de determinada

espécie, dentro de um enfoque ecológico (Oliveira, 2004). É imprescindível um melhor conhecimento da germinação, do crescimento, do estabelecimento e da estrutura da plântula para compreender a dinâmica de populações vegetais, bem como, o reconhecimento do estágio sucessional em que se encontra a floresta (Donadio e Demattê, 2000).

É importante lembrar que a combinação de características da semente e do indivíduo adulto, representada pela plântula, pode fornecer numerosos indícios para a identificação das espécies no campo ou em amostras de sementes (Amo, 1979; Duke e Polhill, 1981). O maior problema é que, além de ser um período crítico do ciclo de vida de muitas espécies, a fase de plântula é também pouco conhecida. A necessidade de trabalhos visando ao esclarecimento da estrutura das plântulas vem sendo ressaltada desde o início do século (Compton 1912).

Apesar da grande importância dos estudos morfológicos de plântulas, os dados disponíveis ainda são escassos, principalmente no que se refere às espécies florestais nativas (Garwood,1995), como a macacaporanga.

A biometria dos frutos e sementes fornece informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos. Além disso, constitui um dos recursos importantes para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma espécie e, as relações entre estas variabilidades e os fatores ambientais, como também em programa de melhoramento genético (Carvalho *et. al*, 2003).

A classificação das sementes por tamanho, para determinação da qualidade fisiológica, tem sido bastante empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais (Alves *et al.*, 2005).

No ecossistema amazônico ainda são escassos e fragmentados os trabalhos e pesquisas relacionados ao estudo da morfologia e biometria de espécies florestais. Na literatura consultada não foi encontrada qualquer estudo morfológico e biométrico da espécie em estudo. Portanto, este estudo contribuirá para se conhecer o padrão morfológico e biométrico de *Aniba parviflora*, ampliando as informações desta espécie pouco estudada.

## **1.2-OBJETIVOS**

### **1.2.1- Objetivo geral**

Analisar a composição química e o rendimento do óleo essencial extraído de folhas, flores, frutos, caules, caulículos e folíolos de *Aniba parviflora*, bem como avaliar os aspectos morfofisiológicos (biometria, germinação e desenvolvimento de plântulas).

### **1.2.2- Objetivos Específicos:**

- Analisar as características biométricas dos frutos e sementes de *A. parviflora*;
- Descrever o desenvolvimento de plântulas de *A. parviflora*;
- Avaliar a germinação de *A. parviflora* em função da secagem parcial das sementes e uso de diferentes substratos;
- Avaliar o rendimento e composição química do óleo essencial de *Aniba parviflora* em função da sazonalidade (período seco e chuvoso);
- Avaliar o rendimento e composição química do óleo essencial nos diferentes órgãos da planta (folhas, flores, frutos, caule, caulículos e folíolos);

### 1.3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIHPEC - Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal, Cosmético e Perfumaria. 2010. Disponível em <<http://www.abihpec.org.br/>>. Acesso em 03/09/2010.

AMO, S. Clave para plântulas y estados juveniles de especies primarias de una Selva Alta Perennifolia em Veracruz, México. **Biotica**, v. 4, p.59-108, 1979

BARATA L.E.S.; MAY P. **Uso Sustentável de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) na Amazônia**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (52). 2001. João Pessoa. Anais em congresso. João Pessoa: UFPB, 2001. p.75.

BARATA, L.E.S.; VILHA, A.M., CARVALHO, R. **Mercado de Perfumes e cosmética no Brasil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS (3). 2005, Campinas. Anais em congresso. Campinas: IAC, 2005. p. 67.

BARATA, L.E.S. 2008. **Mania de limpeza e o mercado de perfumes & domissanitários**. Revista. Eletrônica de Jornalismo Científico. Disponível em <<http://www.jardimdeflores.com.br/>>. Acesso em: 29/01/2010.

BARATA, L.E.S.; DISCOLA K.F; OHASHI, L.R. **Análise comparativa do óleo essencial das folhas de macacaporanga e Pau-rosa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS (2). 2003. Campinas . Livros de Resumos. Campinas - SP: UNICAMP, 2003. p. 142

BASKIN, C.C; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. **Academic Press**, v. 13: p. 666-667, 1998.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**. 2.ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

BEZERRA, A.M.E; MEDEIROS-FILHO S; OLIVEIRA, L.D.M; SILVEIRA, E.R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.3, n.26, p. 26-29, 2008.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M. C.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, p. 588-594, 2009.

BLANCO, M.C. S.G., SOUZA, M.M. S., BOVI, O. MAIA, N.B. **O Óleo Essencial**. Disponível em:< <http://www.cati.sp.gov.br/>>. Acesso em: 18/09/ 2007.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária: Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 185 p.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSSEN, W.; JONES, L.R. **Biochemistry and molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000, 397p.

BUSATTA, C. **Caracterização Química e Atividade Antimicrobiana *in vitro* e em Alimentos dos Extratos de Orégano e Manjerona**. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai das Missões, 2006, 93 p. (Dissertação de Mestrado)

- CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H. 1998. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasepaes*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, n.3. p. 283-289.
- CARVALHO, J.E.U; NAZARÉ, R.F.R; OLIVEIRA, W.M. Características físicas e físico-química de um tipo de bacuri (*Plantonia insignis* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p. 326-328, 2003.
- CASTRO, D.M. **Efeito da variação sazonal, colheita selecionada e temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleos essenciais de folhas de Lippia alba (Mill.)N. E. Br ex Britt. & Wilson (Verbenaceae)**. Botucatu: UNESP. p.132, 2001 (Tese Doutorado).
- CASTRO, H.G. FERREIRA. F. A. SILVA, D. J. H. MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo de plantas medicinais: metabólicos secundários**. 2. Ed. Visconde do Rio Branco, 2004. 113 p.
- CHAVES, F.C.M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função de adubação orgânica e épocas de corte**. Botucatu: UNESP. p.144, 2002 (Tese Doutorado).
- CHOUDHURY, S.M; BORDOLOI, D.N. Effect of sowing on the growth, yield and oil quality of *Ocimum gratissimum* Linn. **Indian Perfum**, v.30, p. 25-60, 1988.
- COMPTON, R.H. Investigation of the seedling structure in the Leguminosae. **Journal of the Linnean Society of London Botany**, n. 41, p. 1-12, 1912.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas**. ed. 5. Rio de Janeiro: IBDF, 1974. 626 p.
- CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. Natural Products (Secondary Metabolites). In: BUCHANAN, B., GRUISSEM, W., JONES, R. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1250-1318.
- CZEPAC, M.P. **Produção de óleo bruto e mentol cristalizável em oito frequências de colheita da menta (*Mentha arvensis* L)**. Piracicaba: ESALQ – USP, 1996. 45 p. (Dissertação Mestrado).
- DONADIO, N.M.M.; DEMATTÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (spreng.) taub.) e jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (vell.) fr.all. ex benth.) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p.64-73, 2000.
- DUKE, J.A. & POLHILL, R.M. **Seedlings of Leguminosae**. In: Advances in legume systematics (R.M. Polhill & P.H. Raven, eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, 1981. p.941-949.

FERRAZ, J. B. S.; BARATA, L. E. S.; SAMPAIO, P. T. B.; GUIMARÃES, G. P. Perfumes da floresta amazônica: em busca de uma alternativa sustentável. **Ciência & Cultura**, v. 61, n. 3, p. 45-49, 2009.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coord). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M. Considerações práticas sobre o teste de germinação. In: SILVA, A.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (eds.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p. 45-59. (Série Registros, 14).

GARWOOD, N.C. Morphology and ecology of seedlings, fruits and seeds of selected Panamanian species. **Botanische Jahrbücher für Systematik**, n, 117, p. 1-15, 1995.

GROB, R. L.; BARRY, E. F. **Modern Practice of Gas Chromatography**. 4 ed. Jhon Wiley & Sons, Inc. 2004.

JAMES A. T.; MARTIN, A. J. P. Gas-liquid partition chromatography: the separation and micro-estimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. **Biochem. J.**, v. 50, p. 679-690, 1952.

KAPUR, K.K; VASHIST, V.N; ATAL, C.K. **Variability and utilization studies on Eucalyptus citriodora Hook. grown in India**. In: ATAL, C.K; KAPUR, B.M. (eds). Cultivation and utilization of aromatic plants. Jammu-Tawi: Regional Laboratory Council of Scientific and Industrial Research, 1982. p. 603-606.

KITSON, F. G.; LARSEN, B. S.; McEWEN, C. N., **Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide**. Academic Press, San Diego, CA. 1996.

KUBITZKI, K.; RENNER, S. Lauraceae I (Aniba and Aioué). **Flora Neotropica**, n.2, p. 31-125, 1982.

LOBO, A. M.; LOURENÇO A. M. **Biossíntese de Produtos Naturais**. Lisboa: IST Press, 2007. p.261.

LORENZO, D., GONZALEZ, G., ROSSINI C. Farmacognosia y Productos Naturales. Contenido del curso teórico, Apostila 04: **Aceites Esenciales**. Universidad de la Republica do Uruguay. Montevideo, 2002, p. 14-18.

MAIA, G.S; ANDRADE, E.H.E. Database of the amazon aromatic plants and their essential oils. **Química Nova**, v.32, n.3, p. 595-622, 2009.

MARQUES, C.A. **Importância econômica da família Lauraceae**. Floresta e Ambiente, n, 8, p. 195-206, 2001.

MATTOSO, E. **Estudo de Fragrâncias Amadeiradas da Amazônia**. Campinas, SP: Unicamp, 2005. p. 4-15. (Dissertação de Mestrado).

MDIC – **Ministério de Desenvolvimento e Comércio Exterior**. 2010. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>. Acessado em 23/01/11).

MORAIS L. A. S. 2009. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira** n, 27, p. 4050-4063, 2009.

MOURA, V.M. **Efeito do extrato aquoso de *Aniba fragrans* em modelo de hemorragia causada pelo veneno de *Brthrops jararaca***. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, (21) João Pessoa. Anais em congressos, 2010. p.67

NAGAISHI, G; BARDIN, L; CARDOSO, M.A. **Estratégia de comercialização para a agricultura familiar no Pará**. Série POEMA, Belém, 2006. 28p.

OLIVEIRA, J.H.G; SOUZA, L.A. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. Ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum**. v. 26, n.2, p.217-226, 2004.

OLIVEIRA, R B.; GODOY, S.A.P.; COSTA, F. B. **Plantas tóxicas: conhecimento e prevenção de acidentes**. Ribeirão Preto – SP: Editora Holos, 2003. 64p.

PEANA, A.T.; D'AQUILA, P.S; CHESA, M.L; MORETTI, M.D; SERRA, G; PIPPIA, P. (-)-Linalool produces antinociception in two experimental models of pain. **European Journal of Pharmacology**, 460:37-41, 2003.

PEANA, A.T.; D'AQUILA, P.S; PANNIN, F; SERRA, G; PIPPIA, P; MORETTI, M.D. Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. **Phytomedicine**, 9:721-726, 2002.

PERES, L.E.P. **Metabolismo Secundário**. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/USP, 2004. 1-10 p.

PUTIEVSKY E; RAVID U; DUDAI N. 1986. The influence of season and harvest frequency on essential oil and herbal yields from a pure clone of sage (*Salvia officinalis* L.), grown under cultivated conditions. **Journal of Natural Products**, v.29, p. 326-329.

REVILLA, J. **Plantas Úteis da Bacia Amazônica**. v.1. Manaus: INPA, 2002.

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e farmacobiotechnologia**. São Paulo: Premier, 1997. 327p.

RODRIGUES, R.M. **A Flora da Amazônia**. Belém: CEJUP, 1989.462 p.

ROSA, L. S. ; VIEIRA, R.A.; SANTOS, C.C.; SANTOS, B.S.; CARVALHO, M.L.C; SANTOS, F.G. . Crescimento e sobrevivência inicial da espécie *Aniba fragrans*, quando associada a *Manihot esculenta* Crantz (macaxeira) , Santa Izabel –Pará. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, n. 28, p. 37-62, 1997.

RUBIOLO, P.; SGORBINI, B; LIBERTO, E; CORDEIRO, C.; BICCHI, C. Essential oils and voláteis: sample, preparation and, analysis. **Journal Flavour Fragrance**, v. 25, n, 5, p. 282-290, 2010.

SANGWAN, N.S.; FAROOQI, A.H.A.; SHABIH, F.; SANGWAN, R.S. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**. v. 34, p. 3–21, 2001.

SARRAZIN, L.F.S; MOURA, V.M.; AMOZONAS, D.A.; BARATA, L.E.S.; OLEVEIRA, R.B.; MOURÃO, R.H.V. **Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Aniba rodacodora* Ducke e *A. parviflora* (Lauraceae)**. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAS, (6) Campinas. Livro de Resumos. São Paulo: Unicamp, 2011. 130p.

SILVA, F.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa – MG: EDUFF, 2000. 131 p.

SILVEIRA, E. L; ROSA, L. S; PEROTE, J. R; SILVEIRA, J. B. **Morfometria dos frutos e sementes e morfologia de plântulas de macacaporanga (*Aniba fragrans* Ducke)**. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, (59). 2008. Anais de Congresso. Belém – Pa: UFPA, 2008. 85 p.

SIMÕES, C.M.O; SPITZER, V. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, p. 397-425 p.

SOUZA, R.C.Z. **Avaliação de frações de Aniba por Microextração em Fase Sólida acoplada a Cromatografia Gasosa (SPME-CG) e Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente (CG xCG)**. Campinas: UNICAMP. p. 38-61, 2011 (Dissertação de Mestrado)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TRANCHIDA, P. Q; SOUZA R. C. Z ;BARATA, L. E. S; MONDELLO, M; DUGO, P; DUGO, G. e MONDELLO, L., Analysis of Macacaporanga (*Aniba parviflora*) leaf essential oil by using comprehensive two-dimensional Gas Chromatography combined with rapid-scanning Quadrupole Mass Spectrometry. **Chromatography Today**, v, 95, p. 5-9, 2008.

VIEGAS Jr., C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**. v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

VON POSER, G. L. MENTZ, L. A. A diversidade biológica e sistemas de classificações. In: SIMÕES, C.M.O; SPITZER, V. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 4ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. UFSC, 2003,

# CAPÍTULO I

## **BIOMETRIA, GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE *Aniba Parviflora* (LAURACEAE) CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA**

Irislene Costa PEREIRA  
Rosa Helena Veras MOURÃO  
Lauro E. S. BARATA

Artigo escrito de acordo com as normas da revista Acta Amazônica- ISSN 0044-5967

## **Biometria, germinação e desenvolvimento de *Aniba parviflora* (Lauraceae), cultivadas no município de Santarém-PA**

Irislene Costa PEREIRA<sup>1</sup>, Rosa Helena Veras MOURÃO<sup>1</sup>, Lauro E. S. BARATA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PPGRNA-UFOPA – Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, CEP: 68040-250 Santarém – Pará – Brasil. [irislene.77@gmail.com](mailto:irislene.77@gmail.com)

### **RESUMO**

Tendo em vista a carência de informações sobre os aspectos morfofisiológicos de *Aniba parviflora*, este trabalho teve como objetivo determinar as características biométricas de frutos e sementes da espécie, avaliar os efeitos da secagem parcial e diferentes substratos na germinação e descrever o desenvolvimento de plântulas. Para tanto, três procedimentos experimentais foram realizados. O material botânico foi coletado na Fazenda Experimental Curauá, em Santarém- Pará. Os dados biométricos de frutos e sementes foram medidos com auxílio de paquímetro e balança analítica. As avaliações das secagens parciais foram realizadas em germinadores com três tratamentos (sementes frescas, sementes secas por 48 e 72 hs). O efeito de diferentes substratos (areia; terra preta + palha de arroz; terra preta + palha de arroz + cama de frango) e o desenvolvimento de plântulas, foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Oeste do Pará. Os resultados demonstraram que a sazonalidade não influenciou nas medidas biométricas de frutos e sementes. A secagem parcial diminui a porcentagem de germinação das sementes e, a areia lavada foi o substrato mais eficiente. As plântulas apresentam raiz pivotante longa cilíndrica e marrom, caulículo verde e cilíndrico e folhas alternadas, espiraladas, simples, glabras e pecioladas.

**Biometrics, germination and development of *Aniba parviflora* (Lauraceae), cultivated in the municipality of Santarém, PA.**

### **ABSTRACT**

Given the lack of information on the morphophysiological aspects of *Aniba parviflora*, this study aimed to determine the biometric characteristics of fruits and seeds of the species, assess the effects of partial drying and different substrates on the germination and describe the development of seedlings. To this end, three experimental procedures were performed. The plant material was collected at the Experimental Farm Curaua in Santarém, Pará. Biometric data of fruits and seeds were measured with a caliper and analytical balance. Evaluations of partial drying were carried out in germination with three treatments (fresh seeds, dry seeds for 48 and 72 h). The effect of different substrates (sand, black soil + rice straw, black earth + rice straw + poultry litter) and seedling development, was conducted at the Forest Nursery of the University of Western Pará. The results showed that the seasonality did not influence the biometric measurements of fruits and seeds. Partial drying reduces the percentage of germination and washed sand was the substrate more efficiently. The seedlings have long tap roots cylindrical, brown, green and stem cylindrical leaves alternate, spiral, simple, petiole and glabrous.

## INTRODUÇÃO

*Aniba parviflora*, conhecida popularmente como macacaporanga ou louro rosa, é uma espécie frequentemente confundida com o pau rosa pela grande semelhança morfológica. Espécie arbórea nativa da região amazônica, distribuída nas localidades de Santarém, Fáro e médio rio Tapajós (Revilla, 2002), caracterizada por apresentar todas as partes aromáticas (Mattoso, 2005). Apesar de conter linalol, apresenta um óleo de fragrância muito diferenciada, com notas de saída levemente especiadas e notas de fundo amadeiradas e balsâmicas (Barata *et al.*, 2003).

Estudos preliminares demonstraram que o óleo essencial extraído de *A. parviflora*, apresenta potencial econômico no setor de perfumaria (Barata, 2008). Portanto, o estudo de germinação, biometria e desenvolvimento da plântula são de grande importância para a viabilização de sementes e produção de mudas.

A caracterização biométrica de frutos pode fornecer importante informação de modo a permitir diferenciar espécies do mesmo gênero no campo, como ocorre com a *Hymenaea courbaril* que tem frutos cerca de quatro vezes maior que os frutos de *H. intermedia* (Cruz *et al.*, 2001).

Informações sobre a germinação das sementes são importantes para entender as estratégias reprodutivas das espécies (Baskin e Baskin, 1998), além de subsidiar trabalhos de regeneração, silvicultura, conservação e utilização de recursos genéticos.

Trabalhos sobre morfologia de plântulas são importantes para estudos sobre sucessão e regeneração em ecossistemas naturais. Na literatura, são poucos os que fornecem descrições para espécies de Lauraceae (Duke 1965, 1969, Amo 1979, Vogel 1980, Ricardi *et al.* 1987, Hyland 1989). O reconhecimento de plântulas no campo justifica-se por fornecer dados sobre um estágio do ciclo de vida da planta pouco conhecido e, por oferecer muitas características úteis para a classificação taxonômica e para considerações morfológicas e evolutivas (Vogel 1980, Nemoto & Ohashi 1993).

O objetivo deste trabalho foi determinar as características biométricas de frutos e sementes de *A. parviflora* em função da sazonalidade, avaliar o efeito de diferentes substratos na germinação, descrever o desenvolvimento de plântulas e avaliar a sensibilidade das sementes a secagem parcial.

## MATERIAL E MÉTODOS:

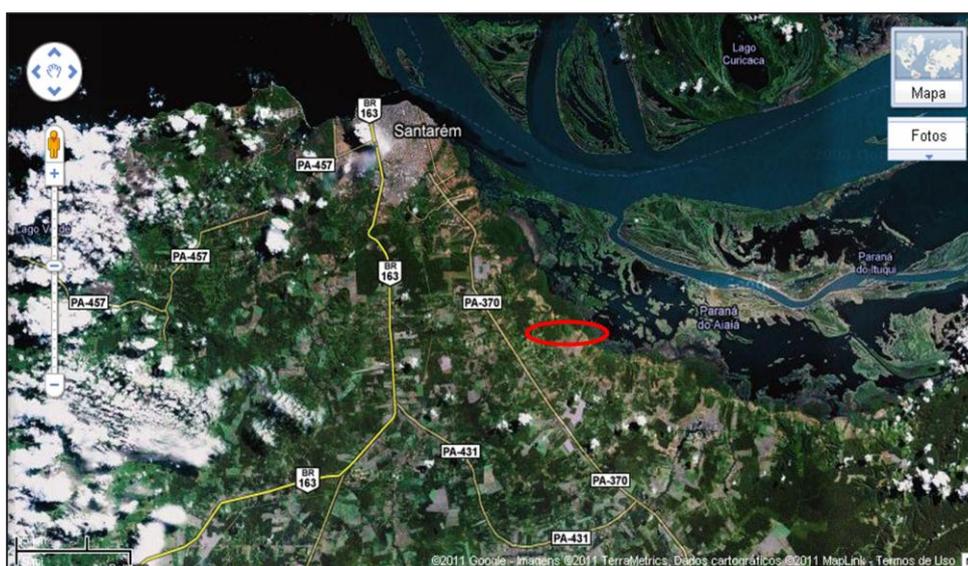
### Área de estudo e local de coleta

A coleta de material botânico foi realizada na Fazenda experimental Curauá, pertencente à empresa Pematec (Peças e materiais tecnológicos para indústria automobilística) localizada no Km 23 da Rodovia Curuá-Una, em Santarém- Pará (- 54° 27' 09" W e - 02° 34' 23" S). Na mesma há um cultivo de 213 árvores de macacaporanga com 11 anos de idade em pleno estágio reprodutivo, dentro de uma área de 2.500 m<sup>2</sup>.

Dentre estas árvores foram coletadas frutos para o estudo de germinação e biometria. Exsiccatas contendo frutos e flores foram encaminhadas ao herbário da empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA – Belém, PA), onde espécimes testemunhas foram depositadas sob o número IAN 84897.



**Figura 1:** Mapa do Estado do Pará com a localização da cidade de Santarém.



**Figura 2:** Imagem de satélite de Santarém e circunvizinhança destacando a Fazenda Curauá.

Segundo Bergson, *et al.*, (2005), o trimestre mais chuvoso no estado do Pará é o de fevereiro a abril, que corresponde a 44% da precipitação anual, enquanto que no trimestre menos chuvoso (agosto, setembro e outubro) a precipitação anual é de 9%. Baseado nestes dados, a coleta dos frutos para a biometria foi realizada em dois períodos diferentes do ano: estação seca (outubro/10) e chuvosa (abril/11). Em seguida foram encaminhados para o Laboratório de Sementes do curso de Engenharia Florestal da UFOPA (Universidade Federal do Oeste de Pará), para avaliação de análises biométricas. Para avaliação da germinação em função do efeito de diferentes substratos e diferentes níveis de secagem, as sementes foram coletadas em maio de 2010 e junho de 2011, respectivamente, e encaminhadas para o mesmo local.

### **Biometria de frutos e sementes**

As características biométricas observadas foram determinadas pelo comprimento, largura e peso das sementes, desconsiderando a cúpula do fruto. As avaliações do peso foram realizadas com auxílio de uma balança analítica Modelo AY-220. O comprimento e largura com paquímetro digital Digimess-340. Considerou-se como comprimento a porção compreendida entre a porção basal e apical da semente. A largura foi medida na parte intermediária da semente. Foi observado o percentual de sementes danificadas por insetos, considerando-se danificadas aquelas que apresentassem orifício indicando a presença de larva ou adulto (Brasil, 1992). A massa de 100 sementes foi obtida por meio do peso de três repetições com a mesma quantidade de sementes.

### **Avaliação da germinação de *A. parviflora* em função dos diferentes níveis de secagem das sementes**

As sementes coletadas foram divididas em três lotes, sendo um lote semeado logo após a extração (sementes frescas), e os outros após permanecerem 48 e 72 horas em bandejas plásticas, em condições ambientais locais de Santarém (luz natural, temperatura média 27° C de e umidade relativa do ar de 84 %). As sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio a 2% durante 10 minutos e, em seguida, enxaguadas por dois minutos em água corrente. A semeadura foi realizada em caixa plástica (gerbox) 11 x 11 cm, sendo o substrato constituído de areia lavada e

esterilizada em autoclave. O teste de germinação foi conduzido em germinadores, utilizando-se temperatura constante de 30° C. As contagens foram feitas em dias alternados, considerando germinadas as sementes cuja raiz primária rompeu o tegumento e atingiu pelo menos três milímetros de comprimento. Os testes foram terminados quando as sementes deixaram de germinar ou se mostraram visivelmente deterioradas e/ou infestadas por fungos. Foram analisadas a porcentagem e o tempo médio de germinação (TMG). Este foi calculado de acordo com Edmond & Drapala (1965), através da equação:

$$TMG = \frac{G_1T_1 + G_2T_2 \dots + G_nT_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

onde, TMG é o tempo médio necessário para atingir a germinação máxima; G1, G2 e Gn é o número de sementes germinadas nos tempos T1, T2 e Tn, respectivamente. A determinação do grau de umidade foi realizada em quatro repetições de dez sementes, pelo método da estufa a 105±3° C, durante 24 horas, conforme Brasil (1992).

Os testes de germinação foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (sementes frescas, sementes secas por 48 e 72 hs) e quatro repetições de 25 sementes.

### **Avaliação do efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e descrição do desenvolvimento de plântulas de *A. parviflora***

O estudo foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Oeste do Pará, em Santerém-PA, utilizando-se três tratamentos, de acordo com os substratos: T1 - areia; T2 - terra preta + palha de arroz (3:1) e T3 - terra preta + palha de arroz + cama de frango (3:2:1). A semeadura dos tratamentos 1, 2 e 3 foram feitos em copos descartáveis. Os substratos foram mantidos em condições ambientais e irrigados a cada dois dias. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde a distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais foi feita de forma totalmente aleatória, com 3 tratamentos (substratos) e três repetições compostas por 25 sementes. O processo de desenvolvimento das plântulas foi acompanhado três vezes na semana. Para descrição do desenvolvimento morfológico, utilizou-se critérios como: desenvolvimento da raiz, comprimento do caulículo e formação

foliar. Os registros fotográficos foram feitos semanalmente, com o auxílio de câmera digital Sony, modelo DSC-S730.

Os testes de germinação foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (substratos) e três repetições de 25 sementes.

### **Estatística**

As análises estatísticas foram efetivadas com o auxílio do programa BioEstart 5.0 onde as análises de variância foram executadas a nível de 5% de significância. Quando determinadas as diferenças mínimas entre as médias, aplicou-se o teste Tukey na mesma significância.

O modelo experimental preconizado foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado) para verificar as diferenças entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

### Biometria de frutos e sementes:

A semente de macacaporanga é ovóide, de tegumento liso, coloração marrom-clara com manchas marrom-escuras. Apresentam amplitudes de variações em suas dimensões com comprimento, largura e peso variando de 19,71 a 41,44 mm x 9,23 a 25,04 mm x 1,38 a 5,19 g, respectivamente.

O fruto de macacaporanga é uma drupa cupulada, indescente, de forma ovóide, glabra, de coloração roxo escura quando maduro, contendo apenas uma semente por fruto. As amplitudes de variações nos frutos, considerando-se o comprimento, largura e peso foram de 20,32 a 42,67 mm x 10,05 a 26,48 mm x 1,78 a 5,98 g, respectivamente.

Nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação ao tamanho dos frutos e sementes, fatos comprovados por Cruz *et al.* (2001a e 2001b) em *Parkia nítida* Miquel e *Hymenaea intermedia* Ducke, respectivamente. As variações encontradas nas dimensões das sementes de macacaporanga não devem ser promovidas apenas por fatores ambientais, mas também por fatores genéticos, podendo representar um alto índice de variabilidade genética populacional. No entanto para confirmar e discutir estas possibilidades é necessário um estudo da estrutura genética da população de *A. parviflora* cultivada na Fazenda Experimental Curauá.

Em média a massa de 100 sementes foi de 385,74 g  $\pm$  5,49 e a porcentagem de umidade nas sementes frescas foi de 42,17 %.

Aproximadamente, 40% dos frutos coletados no período seco e 14% dos coletados no período chuvoso, apresentavam sintomas de ataque por insetos, sendo que em muitos deles foram encontrados larvas identificadas cientificamente pelo Laboratório de Zoologia da Universidade Federal do Oeste do Pará como *Stenomoma catenifer*, uma mariposa pertencente à família Elachistidae, ordem Lepidoptera e conhecida popularmente como broca-do-abacate.

A maior incidência de sementes danificadas no período seco se deve ao fato de que os insetos, de maneira geral, respondem positivamente ao aumento de temperatura, haja visto que os ovos precisam de uma maior temperatura para eclodirem. Além do mais, no período seco a probabilidade dos ovos serem infectados por fungos e outros parasitas é menor (Hohmann e Maneguim, 2003).

As médias e o desvio padrão do peso, comprimento e largura dos frutos e sementes estão apresentados na tabela abaixo (**Tabela 1**). As biometrias foram realizadas nos dois períodos da região amazônica: seco (outubro/10) e chuvoso (abril/11).

**Tabela 1:** médias biométricas de frutos e sementes de *A. parviflora* nos períodos seco e chuvoso.

Coleta	N° de Sementes Coletadas	Biometria (média ± DP)					
		Frutos			Sementes		
		Peso (g)	Comp.(mm)	Larg.(mm)	Peso (g)	Comp.(mmm)	Larg.(mm)
Out/10	135	5,62±1,16	27,32±2,71	17,71±1,54	3,31±0,78	24,92±2,76	14,61±1,47
Abr /11	165	5,71±1,33	28,44±3,37	17,11±1,97	3,58±0,77	25,78±3,17	16,52±2,55

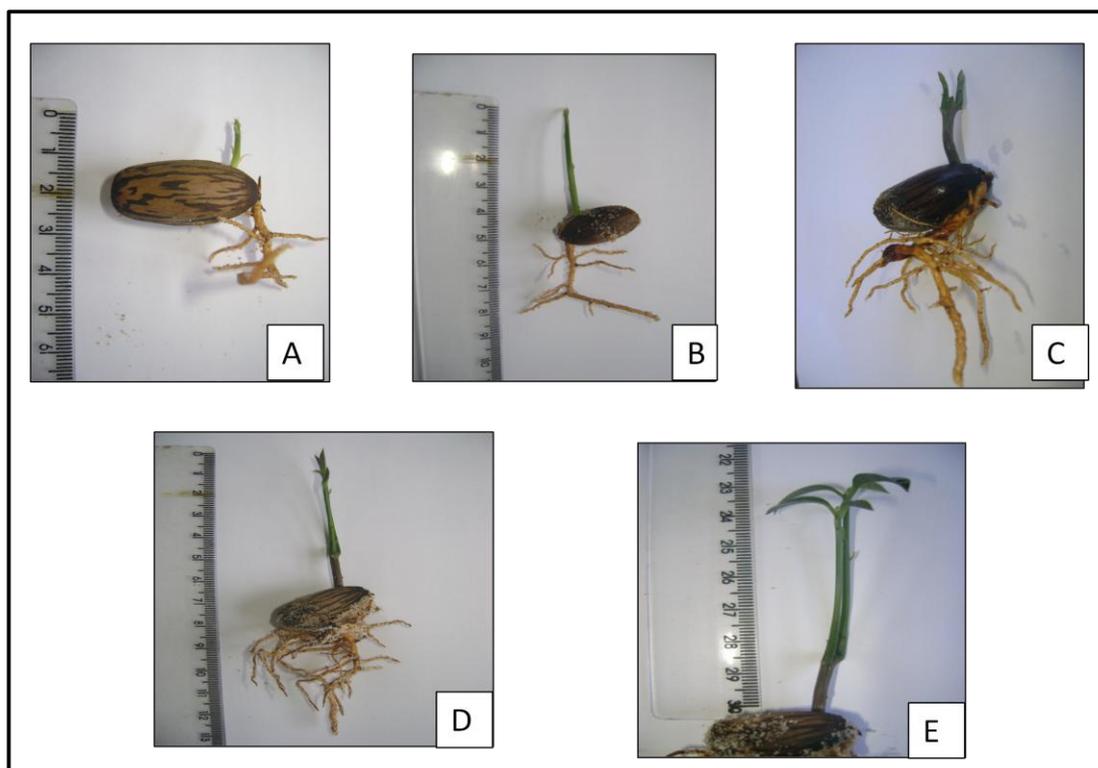
Com base na análise de variância, não houve diferença significativa nas medidas biométricas dos frutos e sementes de *A. parviflora*, nas duas estações do ano, inferindo-se que a sazonalidade não influenciou nas medidas dos mesmos.

### **Avaliação do efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e descrição do desenvolvimento de plântulas de *A. parviflora***

Durante o teste para se conhecer o efeito de diferentes substratos na germinação, foi realizado registro e descrição do desenvolvimento morfológico das plântulas. A germinação iniciou por volta do 30º dia após o plantio com o surgimento da radícula.

Uma semana após a germinação, as plântulas possuíam radícula bem formada, ramificada (do tipo pivotante) e caulículo visível medindo em média um centímetro de altura. A radícula emerge da porção lateral da semente. Duas semanas após, o caulículo atingiu quatro centímetros de altura. Na terceira semana o sistema radicular já se mostrava bem mais ramificado, longo, cilíndrico, sublenhoso e de coloração marrom; as raízes secundárias eram longas, finas, cilíndricas e de cor marrom claro, apresentado também raízes terciárias. Na quarta semana foi observado o surgimento de três folíolos de coloração roxa; a radícula continuou se ramificando e o caulículo possuía em média seis centímetros de altura. Na quinta semana as plântulas apresentaram folhas verdes-claras, alternadas, espiraladas, simples, glabras (sem tricomas ou pêlos), pecioladas e elípticas (**Figura 3**). As plântulas também são aromáticas, possuindo odor característico da planta adulta. Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes e Paoli (1999), observando o desenvolvimento de plântulas de *Endlicheria peniculada*, pertencente a família Lauraceae.

As plântulas de macacaporanga apresentam germinação hipógea, enquadrando-se no tipo criptocotiledonar, isto é, durante a germinação os cotilédones permanecem envolvidos pelos tegumentos da semente (Beltrati e Paoli, 2003). Segundo esses autores, os termos hipógeo e criptocotiledonar são equivalentes, mas essa correlação não é obrigatória, havendo casos em que os cotilédones permanecem envolvidos pelos tegumentos da semente, mas são elevados acima do nível do solo sendo a plântula criptocotiledonar e epígea.



**Figura 3:**Desenvolvimento das plântulas de *A. parviflora*: A - 1 semana; B - 2 semanas; C - 3 semanas; D - 4 semanas e E - 5 semanas após germinação.

Com relação ao efeito de diferentes substratos, a porcentagem de germinação nos substratos areia lavada; terra preta + palha de arroz; terra preta + palha de arroz + cama de frango, estão inseridas na tabela 1. O substrato mais eficiente na germinação das sementes foi a areia lavada. A areia tem se apresentado como uma ótima opção para espécies florestais. É reciclável, esterilizável, possui boa capacidade de retenção de umidade, não dificulta a realização das contagens, reduz os problemas com microorganismos, e proporciona um bom contato entre a semente e a água, pois as sementes podem ser pressionadas no substrato (Figliola *et al.*, 1993; Figliolia e Piña-Rodrigues, 1995). A areia é indicada para todos os tipos de sementes, principalmente para as espécies mais sensíveis ao ressecamento e, diminui

a proliferação de microorganismos prejudiciais a germinação. Provavelmente, estas características da areia contribuíram para o maior percentual de germinação das sementes de macacaporanga.

**Tabela 2:** Efeito de diferentes substratos na germinação de *A. parviflora*.

<b>Tratamento</b>	<b>% Germinação</b>
T1 (areia)	63,7 a
T2 (terra preta + palha de arroz)	23,3 b
T3 (terra preta + palha de arroz + cama de frango)	10,0 c

Letras diferentes indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tuckey ( $p < 0,05$ )

### **Avaliação da germinação de *A. parviflora* em função dos diferentes níveis de secagem das sementes:**

Comparando-se a porcentagem de germinação entre sementes frescas (recém extraídas dos frutos) e parcialmente secas por 48 e 72 horas, observou-se que quando as sementes foram submetidas à secagem parcial houve um decréscimo acentuado na porcentagem de germinação (Tabela 3), que atingiu patamar de até 30%. Isto sugere que sementes de macacaporanga apresentam sensibilidade à redução no grau de umidade, enquadrando-se, portanto, no grupo de sementes recalcitrantes, isto é, sementes suscetíveis a secagem e ao congelamento durante a conservação *ex situ* (Carvalho, et al.,2006).

**Tabela 3:** Efeito da secagem parcial sobre a porcentagem de umidade, porcentagem de germinação, tempo médio de germinação e porcentagem de sementes mortas em sementes de *Aniba parviflora*.

<b>Tratamentos</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Germinação (%)</b>	<b>Tempo médio de germinação (dias)</b>	<b>Sementes mortas (%)</b>
Sementes frescas	42,20 a	72 a	32,7 b	28 c
Sementes parcialmente secas por 48 hs	32,08 ab	42 b	50,0 a	58 b
Sementes parcialmente secas por 72 hs	26,51b	30 c	51,0 a	70 a

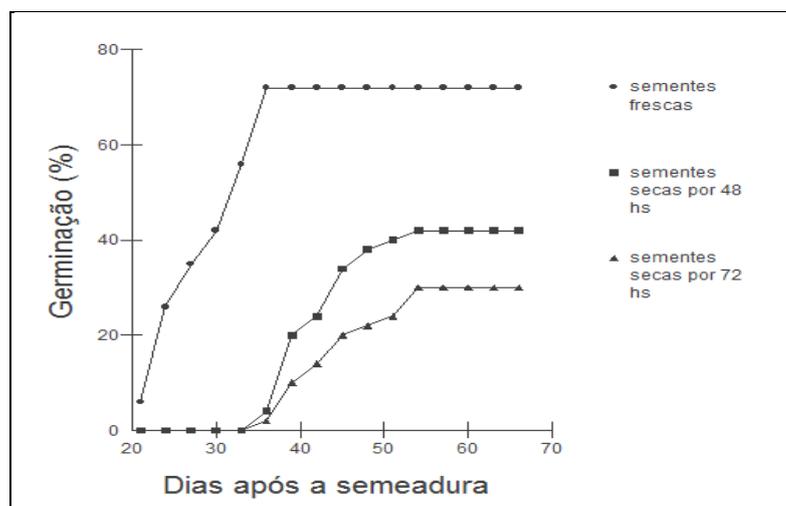
Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tuckey ( $p < 0,05$ )

A ocorrência de sementes recalcitrantes é frequente em espécies arbóreas tropicais (Neves, 1994) e, normalmente, sementes que pertencem a esse grupo são de tamanho grande e apresentam elevado grau de umidade por ocasião da dispersão (Chin, 1988). Estas características também estão presentes nas sementes de macacaporanga.

A diminuição no grau de umidade das sementes submetidas a secagem parcial, provavelmente ocasionou a diminuição na porcentagem de germinação (Tabela 3). A redução da germinação em sementes recalcitrantes devido a redução do grau de umidade tem sido reportada por vários autores (Carvalho e Müller, 1998; Corbineau e Côme, 1988; Cunha *et al.*, 1995; Carvalho e Nascimento, 2000; Varghese e Naithani, 2000).

Observou-se também que nas sementes parcialmente secas por 48 e 72 horas, a porcentagem de sementes mortas foi, respectivamente, 30 e 42 por cento maior do que nas sementes frescas (Tabela 3).

O processo germinativo foi relativamente lento e desuniforme, iniciando-se, em sementes frescas, 21 dias após a semeadura (Figura 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Batista *et al.*, (2010), onde verificaram que as sementes frescas de *A. rosaeadora* começaram a emergir o caulículo sobre a superfície do substrato um mês após o plantio. Em sementes parcialmente secas, o início da germinação ocorreu 35 dias após a semeadura (Figura 4).



**Figura 4:** Processo germinativo de *Aniba parviflora* com sementes frescas e secas por 48 e 72 hs.

Para o tempo médio de germinação a secagem parcial causou aumento de dezoito e dezenove dias para as sementes com umidade de 32,1% e 26,5%, respectivamente, mostrando que com a redução do grau de umidade as sementes requereram mais tempo para germinar. Carvalho e Müller (1998), também observaram que em sementes de *Bactris gasipaes* Kunth, quando submetidas ao dessecamento, houve um aumento no número de dias para iniciar a germinação.

## **CONCLUSÃO**

A sazonalidade não influenciou nas medidas biométricas dos frutos e sementes de macacaporanga.

A secagem parcial de sementes de *Aniba parviflora* ocasionou diminuição na porcentagem de germinação e aumento no tempo médio de germinação, enquadrando-as no grupo de sementes recalcitrantes.

Entre os substratos testados (terra preta + palha de arroz; terra preta + palha de arroz + cama de frango e areia lavada) o mais apropriado para a germinação das sementes de macacaporanga foi a areia lavada.

Com relação a descrição do desenvolvimento, as plântulas de *A. parviflora* apresentam raiz do tipo pivotante, longa, cilíndrica e de coloração marrom; caulículo verde e cilíndrico e folhas simples, alternadas, espiraladas, glabras, pecioladas e elípticas. As mesmas apresentam germinação hipógea, enquadrando-se no tipo criptocotiledonar.

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES, FAPESPA e SEDUC pelas bolsas concedidas e suporte financeiro e a empresa PEMATEC pela autorização e apoio nas coletas de material botânico.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Amo, S.R. 1979. Clave para plántulas y estados juveniles de especies primarias de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. *Biotica*, 4:59-108.
- Barata, L.E.S. 2008. Mania de limpeza e o mercado de perfumes & domissanitários. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico* (<http://www.jardimdeflores.com.br/>). Acesso em: 29/01/2010.
- Barata, L.E.S; Discola, K.F; Ohashi, L.R. 2003. Análise comparativa do óleo essencial das folhas de macacaporanga e Pau-rosa. II *Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais*. 2003. Campinas – SP. Anais em Congresso. Campinas: UNICAMP, 2003. p.142.
- Baskin, C.C; Baskin, J. M. 1998. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, London, 666-667pp.
- Batista, C.R.; Bezerra, A.N.S.; Silva, L.A.; Oliveira, E.C.O.; Oliveira, R.B.; Mourão, R.H.V. Biometria e germinação de sementes de pau rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). *62ª Reunião Anual de SBPC*. Anais em Congresso. Natal - Rio Grande do Norte, 2010.
- Beltrati, C.M.; Paoli, A.A.S. Sementes. In: *Anatomia vegetal*. Appezzato-da-Glória, B.; Carmello-Guerreiro (editoras). Viçosa: UFV, 2003, 399-412 pp.
- Bergson, C. M.; Costa, J. M. N.; Costa, A. C. L.; Costa, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*. 2005, 35, 2.
- Brasil. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária: *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 1992. 185 pp.
- Carvalho, J.E.U.; Müller, C.H. 1998. Níveis de tolerância e letal de umidade em sementes de pupunheira, *Bactris gasipaes*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 20(3): 283-289.
- Carvalho, J.E.U.; Nascimento, W.M.O. 2000. Sensibilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) ao dessecamento e ao congelamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 22(1): 53-56.
- Carvalho, L.R.; Silva, E.A.A.; Davide, A.C. 2006. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 28 (2): 78-83.
- Chin, H.F. 1988. *Recalcitrant seeds: a status report*. International Board for Genetic Resources, Rome. 28p.
- Corbineau, F.; Côme, D. 1988. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. *Seed Science and Technology*, 16(1): 97-103.
- Cruz, E.D.; Carvalho, J.E.U.; Leão, N.V.M. 2001a. Métodos para superação da dormência e biometria de frutos e sementes de *Parkia nitida* Miquel. (Leguminosae – Mimosoideae). *Acta Amazonica*, 31(2): 167-177

- Cruz, E.D.; Martins, F. de O.; Carvalho, J.E.U. 2001b. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae – Caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica*, 24(2): 161-165.
- Cunha, R.; Eira, M.T.S.; Rita, I. 1995. Germination and desiccation studies on wild nutmeg seed (*Viola surinamensis*). *Seed Science and Technology*, 23(1): 43-49.
- Duke, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 52:314-350.
- Duke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings 1. Seeds, seedlings, systems, and systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 56:125-161.
- Edmond, J.B.; Drapala, W.J. 1965. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 71: 428-434.
- Figliolia, M.B.; Oliveira, E.C.; Piña-Rodrigues, F.C.M. Análise de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (coord). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES, 1993. 137-174 pp.
- Figliolia, M.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M. Considerações práticas sobre o teste de germinação. In: Silva, A.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (eds.). *Manual técnico de sementes florestais*. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. 45-59 pp.
- Hyland, B.P.M. 1989. A revision of Lauraceae in Australia (excluding *Cassytha*). *Australian Systematic Botany*, 2:135-367.
- Hohmann, C.L. e Maneguim, A.M. 2003. A broca-do-abacate (*Stenoma catenifer*): Aspectos biológicos, comportamentais, danos e manejos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(3): 432-435.
- Mattoso, E. *Estudo de Fragrâncias Amadeiradas da Amazônia*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005. 4- 15 pp.
- Moraes e Paoli.1999. Morfologia e estabelecimento de plântulas de *Cryptocarya moschata* Nees, *Ocoteacatharinensis* Mez e *Endlicheria paniculata* (Spreng.) MacBride – Lauraceae. *Revista Brasileira de Botânica*, 22: 17-27.
- Nemoto, T. & Ohashi, H. 1993. Seedling morphology of *Lespedeza* (Leguminosae). *Journal Plant Research*, 106:121-128.
- Neves, C.S.V.J. 1994. Sementes recalcitrantes: revisão de literatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29(9): 1.459-1.467.
- REVILLA, J. *Plantas Úteis da Bacia Amazônica*. Manaus: INPA, 2002. 1 v.

Ricardi, M., Hernandez, C. & Torres, F. 1987. *Morfología de plantulas de arboles de los bosques del Estado Mérida*. Talleres Gráficos Universitarios, Mérida. 180 pp.

Varghese, B.; Naithani, S.C. 2000. Desiccation induced loss of vigour and viability during storage in neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds. *Seed Science and Technology*, 28(2): 485-496.

Varghese, B.; Naithani, S.C. 2000. Desiccation induced loss of vigour and viability during storage in neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds. *Seed Science and Technology*, 28(2): 485-496.

Vogel, E.F. 1980. *Seedlings of dicotyledons*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), Wageningen. 67 pp.

## CAPÍTULO II

### **INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Aniba parviflora* (LAURACEAE)**

Irislene Costa PEREIRA  
Carlos Henrique de Vasconcelos FIDELIS  
Rosa Helena Veras MOURÃO  
Fábio AUGUSTO  
Lauro E. S. BARATA

## **Influência da sazonalidade no rendimento e composição química do óleo essencial de *Aniba parviflora* (Lauraceae)**

**Irislene Costa Pereira\*, Rosa Helena Veras Mourão, Lauro E. S. Barata**

PPGRNA-UFOPA – Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, CEP: 68040-250 Santarém – Pará – Brasil.

**Carlos Henrique de Vasconcelos Fidelis, Fábio Augusto**

IQ-UNICAMP – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas CP: 6154, CEP: 13083-970 – Campinas – São Paulo – Brasil.

### **RESUMO**

**INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NO RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Aniba parviflora* (LAURACEAE).** Folhas, flores, frutos, caules e plântulas de *A. parviflora*, coletados da Fazenda Curauá em Santarém-PA, Brasil, foram submetidos à extração do óleo essencial por hidrodestilação. Os óleos essenciais foram avaliados quanto à composição química por CG-EM. Os resultados evidenciaram que a sazonalidade não influenciou no rendimento de óleo essencial extraído das folhas de *Aniba parviflora*. No entanto, observou-se variações quantitativas e qualitativas dos compostos químicos nos períodos seco e chuvoso. Os compostos majoritários nos períodos seco e chuvoso foram o linalol (31,23%), seguidos do  $\beta$ -felandreno (6,66%) e o espatulenol (6,25%). As análises químicas feitas com os diferentes órgãos das plantas confirmaram predominância do linalol entre os monoterpenos oxigenados.

Palavras-chave: *Aniba parviflora*, óleo essencial, CG-EM

### **ABSTRACT**

**THE INFLUENCE OF SEASONAL YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF *Aniba parviflora* (LAURACEAE).** Leaves, flowers, fruits, stems and seedlings of *A. parviflora*, collected in the Farm Curaua Santarém-PA, Brazil, were submitted to extraction of essential oil by hydrodistillation. The essential oils were evaluated for chemical composition by GC-MS. The results showed that seasonality did not affect the yield of essential oil extracted from the leaves of *Aniba parviflora*. However, we observed quantitative and qualitative variations of the chemical compounds in dry and rainy seasons. The major compounds in the dry and rainy periods were linalool (31.23%), followed by  $\beta$ -phellandrene (6.66%) and spathulenol (6.25%). The chemical analyzes made with the different organs of plants confirmed the predominance of linalool between oxygenated monoterpenes.

Keywords: *Aniba parviflora*, essential oil, GC-MS

---

\*irislene.77@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A espécie *Aniba parviflora*, conhecida popularmente como macacaporanga, é uma espécie aromática da família Lauraceae, nativa da Amazônia, cujos ramos e a madeira, quando secos e transformados em pó são utilizados como sachês aromatizantes (Corrêa, 1974) e em “banhos de cheiro” (Rodrigues, 1989). Sua casca é comercializada no mercado Ver-O-Peso, em Belém-PA e sua infusão é usada nos tradicionais banhos-de-cheiro, comuns na época dos festejos de São João (Mattoso, 2008).

O óleo essencial desta planta contém de 30 a 50% de linalol (Maia, 2009). Estudos de pesquisa industrial com o óleo essencial de macacaporanga mostram que este pode ser utilizado para fabricação de perfumes, cosméticos, e material de limpeza (Barata, 2008).

A composição química dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos e fatores bióticos e abióticos que podem acarretar alterações significativas na produção dos metabólicos secundários. De fato, os metabólicos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente (Morais, 2009). Sabe-se ainda que, óleos essenciais extraídos de diferentes partes de uma mesma planta, apesar de apresentarem cor e aspecto semelhantes, podem apresentar características físico-químicas, odores e composição química diferenciada (Robbers *et al.*, 1997).

Estudos revelam a interferência da sazonalidade no rendimento e na composição química dos óleos essenciais (Kapur *et al.* 1982; Putievsky *et al.* 1986; Choudhury *et al.*, 1988; Czepak 1996; Castro, 2001; Chaves 2002; Bezerra *et al.* 2008).

Na região amazônica há dois períodos distintos, o de estiagem ou seca, com precipitações mensais inferiores a 100 mm e; o chuvoso com volume superior a 100 mm/mês (Figueroa e Nobre, 1990; Rocha, 2001; Bergson, *et al.*, 2005)

Estudos revelam ainda que a composição química do óleo essencial depende da parte da planta do qual foi extraído. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento e a composição química do óleo essencial de *A. parviflora* em função da sazonalidade e diferentes órgãos da planta.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Área de estudo e coleta de material botânico**

O material botânico (folhas, frutos, flores, caules e mudas) foi coletado na Fazenda Experimental Curauá, pertencente à empresa Pematec Triangel (Peças e materiais tecnológicos para indústria automobilística), localizada no Km 20 da Rodovia Curuá-Una, em Santarém- Pará, compreendida entre as coordenadas -54° 27' 09" W e -02° 34' 23" S, onde existe um cultivo de 213 árvores de macacaporanga com aproximadamente 11 anos de idade em pleno estágio reprodutivo.

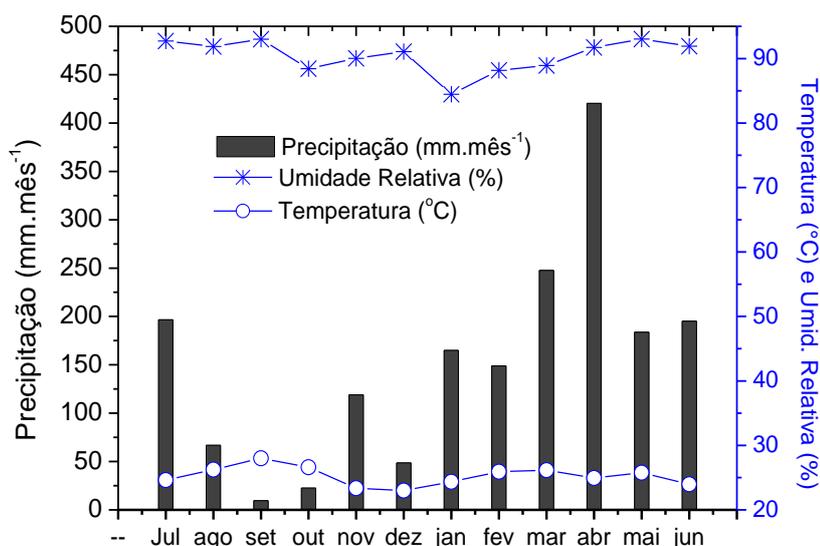
Todas as árvores cultivadas na Fazenda são enumeradas e para o estudo do rendimento e composição química do óleo essencial das folhas foram escolhidas aleatoriamente 5 árvores, as de número 209, 218, 275, 280 e 671, conforme identificação existentes nas mesmas.

As coletas das folhas foram programadas em função da sazonalidade. Estudos confirmam que o período chuvoso no Oeste do Pará inicia em dezembro e finda no mês de junho (Bergson, *et al.*, 2005). Baseados nestes dados as coletas foram realizadas em períodos diferentes: julho e outubro de 2010 (período seco) e fevereiro e maio de 2011 (período chuvoso). O material botânico foi coletado entre 8 e 9 horas da manhã, sendo identificado de acordo com a numeração da árvore procedente.

Coletas de flores, frutos, caules e mudas, foram realizadas em outubro de 2011 provenientes de diferentes árvores da Fazenda Curauá, também no período matinal. Mudas, de dois meses de idade, foram provenientes das sementes frescas utilizadas durante a avaliação da germinação em função dos diferentes níveis de secagem.

Exsicatas contendo frutos e flores foram encaminhadas ao herbário da empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA – Belém, PA), onde espécimes testemunhas estão depositadas sob o número IAN 84897.

Os dados climáticos observados durante o experimento (julho de 2010 a junho de 2011) foram obtidos na base experimental do LBA (Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia) na comunidade rural de Mojuí dos Campos, próximo da Fazenda Curauá (Figura 1). No entanto, observou-se que o ano de 2010 foi um ano atípico devido o fenômeno El Niño que alterou o comportamento médio da precipitação na região amazônica (INMET, 2011).



**Figura 1:** Dados climáticos obtidos de julho de 2010 a junho de 2011 na estação meteorológica de Mojuí dos Campos, Santarém – PA

### Extração de óleo essencial

Após a coleta os ramos foram levados ao Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental (LabBBE) e mantidos em temperatura de aproximadamente 25° C por dois dias. Em seguida as folhas foram separadas dos galhos e cortadas para a extração.

Os frutos foram triturados, as flores cortadas, os caules cortados em tamanho de aproximadamente 1 cm de comprimento e as mudas foram separadas da parte subterrânea, extraíndo-se apenas a parte aérea, caulículos e folíolos.

O óleo essencial deste material foi extraído pelo método de hidrodestilação (Ming *et al.*, 1996) em triplicata em aparelho de Clevenger por 3 h após a fervura. A proporção de água destilada para a extração foi de 1:10 (m:v).

A leitura do volume de óleo essencial extraído foi feita em proveta, sendo posteriormente pipetado para um frasco âmbar de 5 ml, com tampa e batoque e, armazenado em lugar fresco, sem incidência direta de luz até o momento da análise cromatográfica.

## Rendimento de óleo essencial

O rendimento do óleo essencial extraído dos diferentes órgãos foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU). Este método é padronizado e pode ser repetido a qualquer momento, sem que haja desvios significativos. De acordo com Santos (2004), para se calcular o rendimento de óleo essencial, é necessário conhecer o teor de umidade da biomassa. Isto é possível através do método BLU, que emprega a seguinte equação:

$$To = \frac{Vo}{Bm - \left[ \frac{Bm \times U}{100} \right]} \times 100$$

onde,

To = teor de óleo (ml de óleo essencial em 100 g de massa seca) ou rendimento de extração em porcentagem.

Vo = volume de óleo extraído (ml), lido diretamente do tubo separador.

Bm = biomassa vegetal medida em gramas.

U = umidade

$\frac{Bm \times U}{100}$  = quantidade de umidade ou água presente na biomassa.

$Bm - \frac{Bm \times U}{100}$  = quantidade de biomassa seca isenta de água ou livre de umidade.

100 = fator de conversão para porcentagem.

O teor de umidade da biomassa foi calculado utilizando-se a balança determinadora de umidade (Celtac, modelo DHS-16 A), com três repetições de cada amostra. Uma massa inicial de 5g da amostra cortadas ou fragmentada foi colocada na balança e a mesma foi programada para o modo automático, aquecendo a biomassa por raios infravermelhos até secagem completa. O cálculo da umidade foi feito pelo próprio aparelho.

## Análise química do óleo essencial:

As análises foram realizadas por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS).

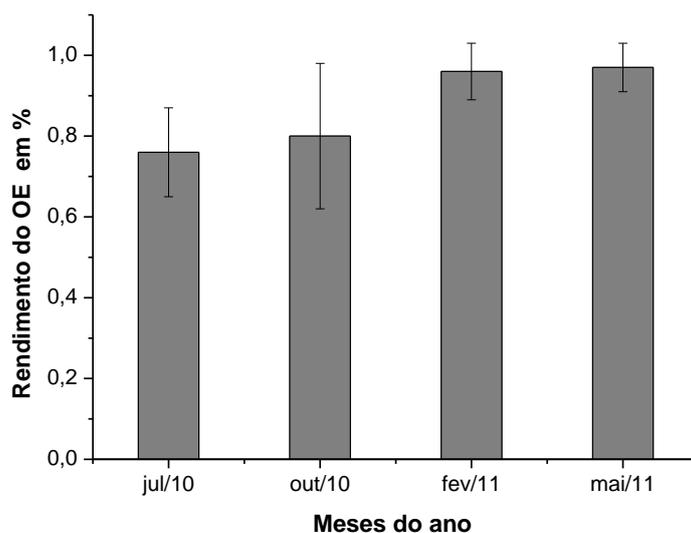
As amostras de óleo essencial foram analisadas em cromatógrafo gasoso Shimadzu GCMS-QP 2010 Plus, com energia de ionização de 70 eV. As análises foram realizadas em coluna HP-5 30 m × 0,25 mm × 0,25 µm, sendo utilizado o hélio como gás de arraste em uma vazão de 1,0 ml/min. A razão de divisão utilizada (split) foi de 1:100 e a temperatura do detector 250 °C. A temperatura do forno foi programada de 60 °C a 250 °C, com rampa de 3 °C/min. As temperaturas do injetor e da interface foram 250°C e 240 °C, respectivamente. A fonte de íons foi operada a 200 °C. 1 µl das amostras de óleo foram diluídos em diclorometano 1:10 v/v e injetados utilizando-se uma microsseringa. A detecção foi feita com faixa de varredura de 40 a 340 m/z e frequência de amostragem de 25 Hz.

Componentes individuais com área do pico  $\geq 0.3\%$  foram identificados por meio de bibliotecas de espectros de massas, e com o auxílio dos seus índices de retenção calculados, obtidos após injeção padrão de n-alcenos (C<sub>9</sub>- C<sub>20</sub>). Os índices obtidos foram comparados com aqueles disponíveis na literatura (Adams, 2001) e o critério adotado foi a tolerância de uma diferença de até 10 unidades. A quantidade de cada componente foi expressa como porcentagem relativa da área total do cromatograma.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

### Rendimento do óleo essencial no período seco e chuvoso:

As médias e o desvio padrão dos rendimentos dos óleos essenciais obtidos nos meses de julho e outubro de 2010 (período seco) e fevereiro e maio de 2011 (período chuvoso) foram:  $0,79 \pm 0,11$ ;  $0,80 \pm 0,18$ ;  $0,96 \pm 0,07$ ;  $0,97 \pm 0,06$  (Figura 2).



**Figura 2:** Variação sazonal no rendimento de óleo essencial de *A. parviflora*

Comparando-se os as médias de rendimento é possível observar que houve um aumento nos meses de fevereiro e maio, correspondentes ao período chuvoso na região do baixo Amazonas. No entanto, estatisticamente, não houve diferença no rendimento entre os diferentes períodos de extração, inferindo-se que a sazonalidade não influenciou no rendimento de óleo essencial de *Aniba parviflora*.

Resultado semelhante foi encontrado por Lopes *et al.* (1997), avaliando os efeitos das evoluções sazonais no rendimento e composição química do óleo essencial de outra planta amazônica, a *Virola surinamensis*, onde concluíram que não houve diferença no rendimento do mesmo nas diferentes estações do ano. Os mesmos autores advogam que, do ponto de vista econômico, a estação chuvosa poderia ser considerada mais produtiva para a produção de óleo essencial, tendo em vista o maior rendimento. Esta informação pode indicar que a poda para extração industrial do óleo essencial de macacaporanga poderia ser realizada dentro

do período chuvoso onde além do maior rendimento haveria melhor rebrota e, portanto, uma recuperação mais rápida da planta.

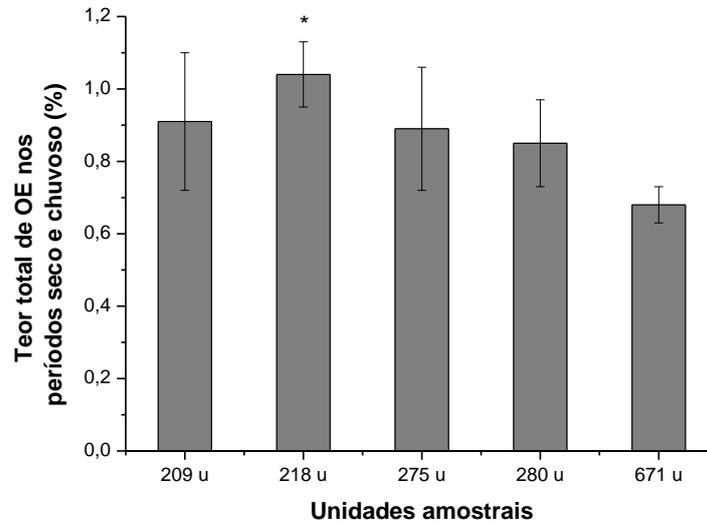
Resultados opostos foram encontrados por Cunha (2011), quando observou que para a espécie *Aniba duckei Kostermans*, também pertencente a família Lauraceae, o verão é mais indicado para a extração de óleo, uma vez que se trata da época com maior rendimento e teor de linalol.

De acordo Watermam, (1993) a variação dos teores de óleos essenciais pode estar relacionada ao período de floração, estresse hídrico, ocorrência da espécie e sazonalidade. Essas diferenças podem ser decorrentes das condições climáticas, fatores ecológicos e de crescimento da planta, ambiente no qual o vegetal se desenvolve, e outros.

Segundo Neto e Lopes (2007), a época em que uma planta é coletada constitui um dos fatores de maior importância, visto que a quantidade e, até mesmo a natureza dos constituintes ativos não são constantes durante todo o ano. São relatadas, por exemplo, variações sazonais no conteúdo e quantidade de praticamente todas as classes de metabólitos secundários, monoterpenóides, sesquiterpenóides, lactonas sesquiterpênicas, ácidos fenólicos, flavonóides, cumarinas, saponinas, alcalóides, taninos, graxas epicuticulares, iridóides, glucosinolatos e glicosídeos cianogênicos.

Durante este estudo tivemos a curiosidade de saber que árvore possui maior rendimento de óleo essencial para produção de mudas. A fim de se ter esta resposta foi realizada uma análise individual comparando-se as médias dos rendimentos das cinco unidades amostrais durante todo o experimento (períodos seco e chuvoso). Os resultados das médias dos indivíduos 209, 218, 275, 280 e 671 foram (%): 0,91; 1,04; 0,89; 0,85 e 0,68, respectivamente (Figura 3).

Análises estatísticas comprovaram que houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os indivíduos 218 e os demais pelo teste de Tukey, sendo que este apresentou maior rendimento de óleo essencial. Sendo assim, sugerimos que o indivíduo 218 seria o mais adequado para a produção de mudas com potencial para produção de óleo essencial, uma vez que possui o maior rendimento independente do período do ano.



**Figura 3:** Rendimento total de óleo essencial nas 5 unidades amostrais durante todo o experimento (períodos seco e chuvoso). \*Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

### **Rendimento de óleo essencial de folhas, flores, frutos, caules e mudas**

Os rendimentos de óleo essencial extraído de diversos órgãos da planta estão apresentados na tabela 5. Estatisticamente, houve diferença significativa no rendimento de óleo essencial extraído dos diversos órgãos da planta, encontrando-se nas flores um maior rendimento quando comparado aos demais órgãos da planta. Isto se justifica devido a grande proporção de monoterpenos nas flores que tem como função atrair polinizadores (Oliveira, 2010).

Os caulículos e folíolos provenientes das plântulas, também diferiram quanto ao rendimento quando comparados aos demais órgãos. Segundo Moraes (2009), a idade e o estágio de desenvolvimento da planta podem influenciar não apenas a quantidade total de metabólitos secundários produzidos, mas a proporção relativa destes compostos. O alto teor de óleo essencial observado nas mudas (0,98%), provavelmente deve estar associado à grande atividade biossintética geralmente apresentada por tecidos mais jovens, o que aumenta a produção de vários compostos, dentre estes, os óleos essenciais.

**Tabela 5:** Rendimento de óleo essencial de diversos órgãos da planta.

Parte	Umidade (%)	Biomassa	Vol. de óleo	Rend. de óleo (%)
Folhas	50,1	100 g	0,58 ml	0,87 b
Caule	0,00	50g	0,65 ml	0,44 c
Flores	42,28	19g	0,2 ml	1,82 a
Frutos	42,17	80g	0,25 ml	0,54 c
Mudas	65,50	17g	0,06 ml	0,98 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ )

Quanto às características organolépticas (cor e cheiro) não foi observado diferenças, sendo que os óleos essenciais, independente da unidade amostral e período sazonal, apresentaram cor amarelo e cheiro amadeirado e apimentado.

### **Composição química de óleos essenciais no período seco e chuvoso:**

Sessenta e três componentes voláteis foram identificados com base nos seus espectros de massas e índices de retenção (IR), comparados com os da literatura. As porcentagens apresentadas nas tabelas são as porcentagens de área dos picos nos cromatogramas. As médias correspondem à porcentagem de área relativa das cinco amostras, provenientes de cinco árvores identificadas com seus respectivos números: 209, 218, 275, 280 e 671. Estes números foram mantidos para denominar as amostras.

O componente majoritário, presente em todas as amostras foi o linalol com média de percentual relativo nos períodos seco e chuvoso de 34,63 e 27,83%, respectivamente. O  $\beta$ -felandreno foi o segundo componente mais abundante, com média de 6,65% no período seco e 6,67% no período chuvoso, ausente apenas nas amostras 218, seguido do espatulenol com média nos períodos seco e chuvoso de 6,99 e 5,52%, respectivamente. Outros compostos com o  $\alpha$ -felandreno, óxido de cariofileno, p-cymeno e  $\alpha$ -terpineol, também apresentaram uma proporção elevada em ambos os períodos (Tabelas 6 e 7).

A maioria destes compostos possui inúmeras aplicações e diversas atividades biológicas comprovadas. O linalol tem sido aplicado com sucesso como sedativo e anticonvulsivo, além de possuir propriedades acaricida, bactericida e fungicida já descrita (Sugawara, *et al.*, 1998). O

mesmo possui uma larga aplicação no setor de perfumaria, sendo necessária sua produção em quantidade sempre crescente. O linalol sintético substitui bem o natural em produtos de perfumaria como shampoos e cremes. No entanto, em perfumaria fina, o óleo essencial é destilado para concentrar o linalol que é insubstituível pelo sintético.

O sesquiterpeno cariofileno é descrito por possuir forte aroma e diversas propriedades biológicas, tais como: antiinflamatória (Fernandes *et al.*, 2007; Passos *et al.*, 2007), antialérgica (Ghelardini *et al.*, 2001), anestésica local (Costa *et al.*, 2000), antifúngica (Zheng *et al.*, 1992) e anticarcinogênica (Chinou *et al.*, 1996).

O espatulenol, além de influir no aroma de muitos óleos de interesse comercial para a indústria de perfumes, possui propriedade antibacteriana e moderada atividade citotóxica contra células do tipo KB (Chinou, *et al.*, 1996; Pacciaroni, *et al.*, 2000).

Teores de felandreno superiores a 5% são indesejáveis pela sua ação tóxica e cardíaca (Simões e Spitzer, 2002). O óleo essencial extraído das folhas de *A. parviflora* contém teores de felandreno que em média ultrapassam esse valor (8,9%). Entretanto, testes feitos com o óleo essencial de *A. parviflora*, utilizando *Artemia salina* apresentaram uma alta DL<sub>50</sub> (dose letal mínima para matar 50% dos indivíduos), no valor de 0,67 ppm, que é um indicativo de baixa toxicidade (Moura, *et al.*, 2009). Dessa forma não se pode considerar que o óleo essencial seja tóxico devido à alta concentração de  $\alpha$  e  $\beta$ -felandreno.

Na maioria dos óleos essenciais de Lauraceae reportados na literatura observa-se a predominância de sesquiterpenos, principalmente de hidrocarbonetos sesquiterpênicos (Gottlieb *et al.*, 1981; Ciccio & Chaverri, 2008; Telascra *et al.*, 2008). No entanto, o perfil químico do óleo essencial em estudo, revelou uma proporção mais elevada de monoterpenos oxigenados, com uma média nos períodos seco e chuvoso de 37,46 e 31,05%, respectivamente. A segunda fração mais abundante no período seco foi composta de sesquiterpenos oxigenados (23,61%) e no chuvoso de hidrocarbonetos monoterpênicos (18,53%). A proporção de hidrocarbonetos sesquiterpênicos foi minoritária em ambos os períodos.

No período chuvoso foram identificados 57 compostos, sendo que os majoritários foram o linalol (27,83%), o  $\beta$ -felandreno (6,67%), o espatulenol (5,52%) e o aromandendreno (4,44%) (Figura 4). Vale ressaltar que os compostos 2,3,6-Trimethyl-1,5-heptadieno, cyclosatieno, amorfeno,  $\alpha$ -salineno,  $\delta$ -elemeno e globulol foram detectados somente neste período (Tabela 6).

Resultados divergentes foram encontrados por Souza (2011), analisando o óleo essencial das folhas de *A. parviflora*, coletadas nos meses de janeiro e março (período

chuvoso), originado da mesma plantação (Fazenda Curauá), por GC-MS, onde foram identificados 57 componentes sendo que, a maior fração do óleo correspondeu a hidrocarbonetos monoterpênicos (32%), seguidos de monoterpênicos oxigenados (27%), hidrocarbonetos monoterpênicos (22%) e sesquiterpênicos oxigenados (18%). Os componentes majoritários encontrados foram: linalol (24,68%),  $\alpha$ -felandreno (12,51%), E-cariofileno (12,25%) e p-cimeno (6,28%). Provavelmente essas diferenças, estejam relacionadas a fatores edafoclimáticos ou condições ecofisiológicas das plantas.

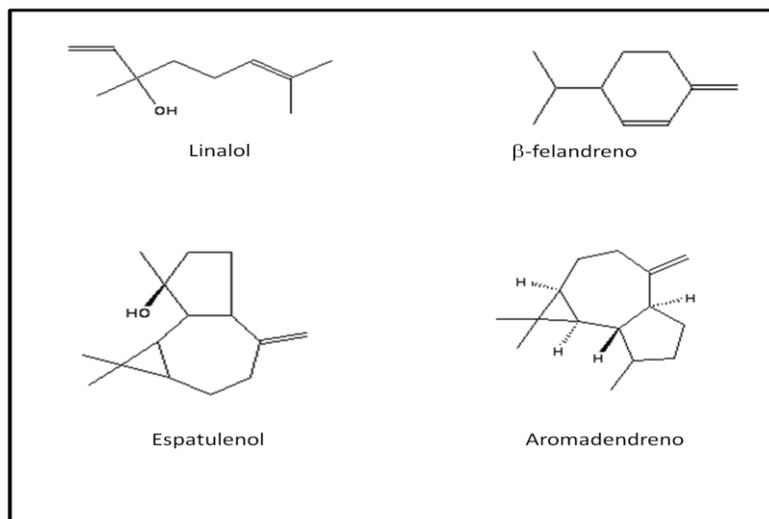
**Tabela 6:** Composição química do óleo essencial das folhas de *A. parviflora* no período chuvoso.

Compostos %		IR <sub>cal</sub>	Amostras do período chuvoso					Média
			209	218	275	280	671	
1	$\alpha$ -Thujene	930	0,12	0,11	0,09	0,17	0,14	0,13
2	$\alpha$ -Pinene	938	0,36	1,35	4,01	1,48	0,42	1,52
3	Camphene	953	0,16	0,11	0,81	0,26	0,19	0,31
4	Sabinene	978	0,12	0,02	0,05	0,07	-	0,05
5	$\beta$ -Pinene	982	0,18	0,81	3,09	1,04	0,23	1,07
6	Myrcene	994	1,30	0,75	1,24	1,44	1,12	1,17
7	2,3,6-Trimethyl-1,5-heptadiene	1004	0,10	0,13	0,11	0,12	0,15	0,12
8	$\alpha$ -Phellandrene	1012	0,93	7,2	2,2	2,3	0,61	2,65
9	$\alpha$ -Terpinene	1021	0,14	0,18	0,13	0,22	0,13	0,16
10	3- $\delta$ -Carene	1015	-	-	-	0,08	-	0,02
11	p-Cymene	1030	0,6	3,46	3,02	2,51	0,79	2,08
12	$\beta$ -Phellandrene	1036	8,78	-	6,91	9,25	8,40	6,67
13	Limonene	1033	-	1,23	-	-	-	0,25
14	Eucalyptol	1036	-	0,53	-	-	-	0,11
15	(Z)- $\beta$ -ocimene	1040	1,58	2,13	1,63	1,57	1,06	1,59
16	(E)- $\beta$ -Ocimene	1051	0,22	0,16	0,24	0,34	0,26	0,24
17	$\gamma$ -Terpinene	1062	0,11	0,17	0,11	0,17	0,17	0,15
18	Linalool oxide	1067	0,09	0,16	0,3	0,2	0,25	0,20
19	$\alpha$ -Terpinolene	1094	-	0,88	-	0,38	-	0,25
20	Linalool	1105	26,83	32,23	26,47	29,66	23,97	27,83
21	Terpineol	1129	-	0,03	0,07	0,13	0,16	0,08
22	(Z)- Pinocarveol	1147	-	-	0,23	-	-	0,05
23	Camphor	1152	-	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
24	Pinocarvone	1160	-	-	0,06	-	-	0,01
25	Borneol	1174	0,2	0,18	0,69	0,34	0,42	0,37
26	Terpinen-4-ol	1184	0,33	-	0,31	0,5	0,62	0,35
27	Cryptone	1194	0,17	0,1	0,22	0,34	0,24	0,21
28	$\alpha$ -Terpineol	1199	1,08	1,82	2,09	2,07	2,15	1,84

**Tabela 6:** Continuação - Composição química do óleo essencial das folhas de *A. parviflora* no período chuvoso.

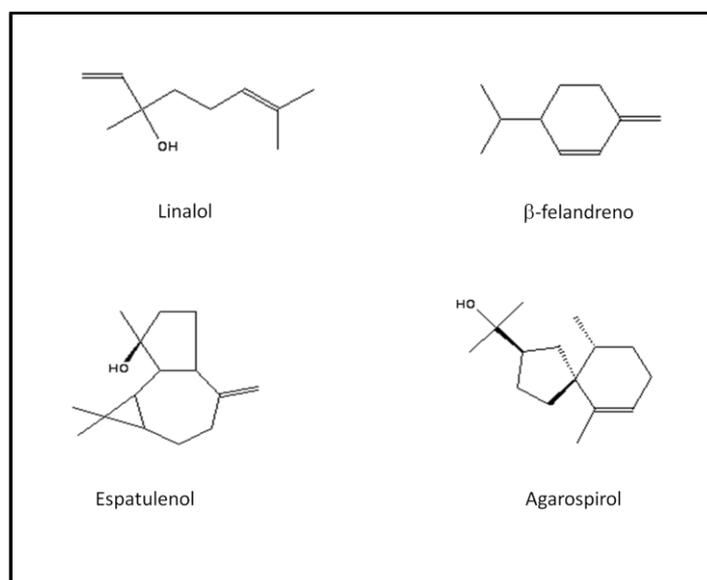
Compostos (%)	IR <sub>cal</sub>	Amostras do período chuvoso					Média
		209	218	275	280	671	
29 $\delta$ -Elenene	1343	0,04	0,08	0,04	-	-	0,03
30 Phellandral	1282	-	-	-	0,08	0,13	0,04
31 $\alpha$ -Cubebene	1356	0,03	0,02	0,02	0,03	-	0,02
32 Cyclosativene	1375	-	0,02	0,02	-	-	0,01
33 $\alpha$ -Ylangene	1379	0,04	0,12	0,06	0,04	0,03	0,06
34 $\alpha$ -Copaene	1383	0,03	0,05	0,07	0,13	0,04	0,06
35 $\beta$ -Elemene	1399	0,84	0,53	0,21	0,15	0,16	0,38
36 (E)-Caryophyllene	1415	0,1	0,04	0,1	0,05	0,04	0,07
37 Aromadendrene	1430	8,81	4,15	3,36	3,15	2,73	4,44
38 $\gamma$ -Elemene	1441	0,14	0,06	0,06	-	0,05	0,06
39 $\alpha$ -Humulene	1463	1,32	0,83	0,78	0,64	0,52	0,82
40 $\gamma$ -Muurolene	1463	0,1	0,09	0,09	0,13	0,07	0,10
41 Amorphene	1485	-	0,37	0,3	0,2	0,22	0,22
42 Germacrene-D	1491	1,2	1,36	0,68	0,51	0,39	0,83
43 $\alpha$ -Salinene	1496	0,4	0,55	-	0,28	0,83	0,41
44 Bicyclogermacrene	1506	0,89	1,98	-	1,11	2,07	1,21
45 $\alpha$ -(E,E) Farnesene	1513	0,6	0,55	-	0,36	0,19	0,34
46 $\delta$ -Cadinene	1531	0,15	0,34	0,21	0,27	-	0,19
47 Elemol	1558	0,87	0,06	0,27	0,61	0,7	0,50
48 Germacrene-B	1567	1,1	0,37	-	0,16	0,42	0,41
49 Nerolidol (E)	1571	2,74	0,85	0,54	1,27	1,02	1,28
50 Spathulenol	1577	-	4,99	10,4	-	12,21	5,52
51 Caryophyllene oxide	1586	8,16	-	-	-	-	1,63
52 Globulol	1596	-	2,36	3,05	2,87	1,04	1,86
53 Guaiol	1608	0,71	1,58	1,67	1,46	1,62	1,41
54 $\gamma$ -Eudesmol	1632	-	0,92	0,77	0,47	0,96	0,62
55 $\beta$ -Eudesmol	1664	-	-	1,9	2,66	3,00	1,51
56 $\alpha$ -Eudesmol	1666	-	-	1,78	1,78	3,31	1,37
57 Benzyl benzoate	1778	0,17	0,12	0,25	0,26	0,22	0,20
Hidrocarbonetos monoterpênicos		14,7	19,22	23,64	21,4	13,67	18,53
Monoterpenos oxigenados		28,7	34,56	30,48	33,35	27,97	31,01
Hidrocarbonetos sesquiterpênicos		15,79	11,51	6,00	7,29	7,76	9,67
Sesquiterpênicos oxigenados		12,65	10,88	20,63	11,38	24,08	15,92
<b>TOTAL % ÁREA</b>		<b>71,84</b>	<b>10,88</b>	<b>80,75</b>	<b>73,42</b>	<b>73,48</b>	<b>75,13</b>

OBS.: As porcentagens representam a % em área do pico cromatográfico. Os campos com hífen representam composto com % em área do pico cromatográfico inferior a 0,03 % ou ausente. IR<sub>calc</sub> é o índice de retenção calculado.



**Figura 4:** Compostos majoritários de *A. parviflora* no período chuvoso.

No período seco também foram identificado 57 compostos nas folhas, sendo o linalol (34,63%), o espatulenol (6,99%), o  $\beta$ -felandreno (6,85%) e o agarospirol (6,32%) os mais abundantes (**Figura 5**). No entanto os compostos agarospirol,  $\beta$ -cariofileno, germacreno-A,  $\beta$ -selineno, E-cariofileno e epóxido de humuleno, só ocorreram neste período do ano (Tabela 7).



**Figura 5:** Compostos majoritários do óleo essencial de *A. parviflora* no período seco.

**Tabela 7:** Composição química do óleo essencial das folhas de *A. parviflora* no período seco.

Compostos (%)		IR <sub>cal</sub>	209	218	275	280	671	Média
1	$\alpha$ -Thujene	927	0,03	0,14	-	0,29	0,28	0,15
2	$\alpha$ -Pinene	935	0,50	1,68	1,75	2,14	0,67	1,35
3	Camphene	950	0,10	0,11	0,34	0,18	0,32	0,21
4	Sabinene	975	0,03	-	-	0,33	0,13	0,10
5	$\beta$ -Pinene	979	0,10	0,90	1,69	1,56	0,31	0,91
6	Myrcene	992	0,45	0,58	0,68	2,39	1,69	1,16
7	$\alpha$ -Phellandrene	1007	0,46	5,41	0,54	1,61	0,55	1,71
8	$\alpha$ -Terpinene	1008	-	-	-	0,07	0,06	0,03
9	3- $\delta$ -Carene	1012	-	5,04	-	-	-	1,01
10	p-Cymene	1027	0,22	5,04	2,37	0,83	-	1,69
11	$\beta$ -Phellandrene	1032	5,01	-	4,46	12,22	12,57	6,85
12	Limonene	1030	-	1,41	-	-	-	0,28
13	Eucalyptol	1032	-	0,54	-	-	-	0,11
14	(Z)- $\beta$ -Ocimene	1037	0,04	0,07	0,08	-	0,12	0,06
15	(E)- $\beta$ -Ocimene	1048	0,49	0,72	0,32	2,67	1,03	1,05
16	$\gamma$ -Terpinene	1059	0,04	0,08	0,08	0,13	0,22	0,11
17	Linalool oxide	1072	-	0,17	0,31	0,11	0,32	0,18
18	$\alpha$ -Terpinolene	1090	0,03	0,58	-	0,15	-	0,15
19	Linalool	1105	33,75	36,92	33,95	40,07	28,47	34,63
20	Terpineol	1142	-	-	-	0,15	0,15	0,06
21	(Z)-Pinocarveol	1143	-	-	0,27	-	-	0,05
22	Camphor	1147	-	-	0,06	-	-	0,01
23	Pinocarvone	1165	-	-	0,05	-	-	0,01
24	Borneol	1170	0,04	0,11	0,83	0,15	0,36	0,30
25	Terpinen-4-ol	1180	0,04	-	0,39	0,42	0,74	0,32
26	Cryptone	1190	-	-	0,40	0,24	0,36	0,20
27	$\alpha$ -Terpineol	1196	0,11	1,53	2,51	1,55	2,11	1,56
28	Phellandral	1278	-	-	-	-	0,12	0,02
29	$\alpha$ -Cubene	1351	0,1	-	0,03	0,05	0,09	0,05
30	$\alpha$ -Ylangene	1373	0,17	0,14	0,08	0,04	0,05	0,10
31	$\alpha$ -Copaene	1377	0,18	0,08	0,07	0,22	0,05	0,12
32	$\beta$ -Elemene	1394	1,46	0,49	0,23	0,26	0,18	0,52
33	$\beta$ -Cariophyllene	1423	0,37	5,97	4,21	3,97	-	2,90
34	Aromadendrene	1441	0,49	0,26	0,62	0,05	0,44	0,37
35	(E)-caryophyllene	1461	6,15	-	0,32	-	3,95	2,08
36	$\gamma$ -Elemene	1437	0,10	0,09	-	-	0,13	0,06
37	$\alpha$ -Humulene	1455	3,8	0,91	0,67	0,51	0,62	1,30
38	$\gamma$ -Muurolene	1479	0,57	0,38	0,29	0,07	-	0,26
39	Germacrene-D	1483	2,98	1,07	0,28	1,48	0,23	1,21
40	$\beta$ -Selinene	1490	1,04	-	2,57	0,11	0,72	0,89
41	Bicyclogrmacrene	1501	2,90	1,60	1,76	0,67	1,55	1,70

**Tabela 7:** Continuação – Composição química do óleo essencial de *A. parviflora* no período chuvoso

Compostos (%)		Amostras do período chuvoso						Média
		IR	209	218	275	280	671	
42	Germacrene-A	1507	0,43	0,12	-	-	-	0,11
43	$\alpha$ -(E,E) Farnesene	1510	0,53	0,25	-	0,11	0,28	0,23
44	$\delta$ -Cadinene	1526	0,43	-	0,26	0,14	0,20	0,21
45	Elemol	1554	0,49	0,38	0,37	0,64	0,64	0,50
46	Germacrene-B	1560	2,62	0,38	-	0,17	0,29	0,69
47	Nerolidol (E)	1570	3,31	1,03	0,71	1,54	1,35	1,59
48	Spathulenol	1588	1,91	4,05	13,01	1,17	14,82	6,99
49	Cariophyllene oxide	1587	5,98	4,15	-	2,72	-	2,57
50	Guaiol	1601	0,43	0,74	1,59	0,36	-	0,62
51	Humulene epoxide	1612	0,47	0,53	-	0,39	-	0,28
52	$\gamma$ -Eudesmol	1623	0,66	-	-	0,39	-	0,21
53	Agarospiról	1639	9,14	5,67	3,33	8,36	5,11	6,32
54	Caryophylla-4(12), 8(13)-dien $\beta$ ol	1643	1,56	1,89	-	-	-	0,69
55	$\beta$ -Eudesmol	1655	1,86	1,75	1,49	1,55	4,55	2,24
56	$\alpha$ -Eudesmol	1659	2,18	2,2	1,67	1,61	-	1,53
57	Benzyl benzoate	1772	-	-	-	-	0,32	0,06
Hidrocarbonetos monoterpênicos			7,5	21,76	12,31	24,31	17,19	16,82
Monoterpenos oxigenados			33,94	39,27	38,77	42,69	32,63	37,46
Hidrocarbonetos sesquiterpênicos			24,32	11,74	11,39	7,85	8,78	12,82
Sesquiterpênicos oxigenados			27,99	22,39	22,17	18,73	26,79	23,61
<b>TOTAL % ÁREA</b>			<b>93,75</b>	<b>95,16</b>	<b>84,64</b>	<b>93,84</b>	<b>86,15</b>	<b>90,71</b>

OBS.: As porcentagens representam a % em área do pico cromatográfico. Os campos com hífen representam composto com % em área do pico cromatográfico inferior a 0,03 % ou ausente. IR<sub>calc</sub> é o índice de retenção calculado.

Fatores ambientais como sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação, nutrientes, altitude, entre outros, podem causar variações significativas na composição química dos óleos essenciais (Gobo-Neto e Lopes, 2007).

No presente estudo foram observadas variações quantitativas e qualitativas dos compostos químicos majoritários e minoritários em ambos os períodos, pois seis compostos foram identificados somente no período chuvoso e outros seis, incluindo o agarospiról, que é um dos compostos majoritários, só foram detectados no período seco, indicando que houve influência da sazonalidade na composição química do óleo essencial de *A. parviflora*. (Tabela 8).

Observou-se também uma redução média de 6,5% no teor de linalol no período chuvoso. Silva *et al.* (2005), analisando o rendimento e composição química do óleo essencial de mangericão (*Ocimum basilicum*) influenciado pela época do corte, observaram uma redução do teor de linalol no corte efetuado em janeiro (21,24%) quando comparado ao corte de agosto (25,32%). Segundo Cunha (2011), o conteúdo de linalol individual varia durante as estações do

ano e, em geral, a quantidade relativa de linalol nas folhas é maior antes do que depois da floração.

**Tabela 8:** Resumo da comparação dos compostos químicos dos períodos seco e chuvoso

<b>Compostos (%)</b>	<b>Seco</b>	<b>Chuvoso</b>
Linalol	34,63	27,83
$\beta$ -Felandreno	6,65	6,67
Espatulanol	6,99	5,52
Agarospírol	6,36	-
Aromadendreno	0,37	4,44
$\beta$ -Cariofileno	2,9	-
E-Cariofileno	2,08	-
$\beta$ -Selineno	0,89	-
Germacreno-A	0,11	-
Epóxido de humuleno	0,28	-
2,3,6-trimetil-1,5-heptadieno	-	0,12
Ciclosativeno	-	0,01
Amorfeno	-	0,22
$\alpha$ -Salineno	-	0,41
$\delta$ -Elemeno	-	0,03
Globulol	-	1,86

Foi observado ainda que o limoneno e o eucaliptol só ocorreram na amostra 218, assim como o (Z)-pinocarveal e o pinocarvona, na amostra 275, e que a amostra 218 apresentou a maior porcentagem de linalol, com 40,07% no período seco e 32,23% no chuvoso. Vale ressaltar que esta amostra é proveniente da árvore que apresentou o maior teor de óleo essencial em ambos os períodos. Provavelmente, a presença e/ou ausência, abundância e/ou escassez de alguns compostos em determinadas amostras, pode estar sendo determinado por fatores genéticos, uma vez que estes podem alterar a composição química de óleos essenciais (Morais, 2009).

### Composição química de flores, frutos, caules e mudas:

A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) possibilitou ainda determinar a composição química do óleo essencial extraídos de diversos órgãos de *A. parviflora*. A porcentagem relativa da soma dos compostos identificados foi de 88,84% para o caule; 96,91% para as flores; 95,28% para os frutos e 91,23% para caulículos e folíolos provenientes de mudas de aproximadamente dois meses.

Em todas estas amostras dominaram as frações de monoterpenos oxigenados. Resultados divergentes foram encontrados por Araújo *et al.* (2001) estudando a composição química dos óleos essenciais extraídos de folhas e galhos de *Ocotea puberula* (Lauraceae) por CG-EM. As frações de monoterpenos no óleo essencial de folhas foi de 10,6%, contra 74,4% de sesquiterpenos. No óleo essencial provenientes dos galhos as frações de monoterpenos foram de 15,7% e, de sesquiterpenos 67,2%.

No óleo essencial extraído dos caules os metabólicos mais abundantes foram o linalol (44,57%), seguido do  $\beta$ -felandreno (13,17%) e  $\alpha$ -felandreno (5,06%).

Nas flores os compostos majoritários foram o linalol (50,94%), o  $\beta$ -felandreno (9,88%), o (E)- $\beta$ -ocimeno (8,64%) e  $\alpha$ -felandreno (7,33%), apresentando a maior fração de monoterpenos (89,47%). Do ponto de vista ecológico, os monoterpenos, dada a sua volatilidade, podem constituir substâncias de atração de polinizadores, visto que são caracterizados por possuírem forte aroma (Oliveira, 2010).

Nos frutos os compostos majoritários continuaram sendo o linalol (41,98%), e o  $\beta$ -felandreno (9,92%), seguido de 3- $\delta$ -careno (6,27%).

Nos caulículos e folíolos observou-se uma proporção elevada de bicilogermacreno (16,20%) comparado com o percentual presente nas folhas, flores e caules dos indivíduos adultos (Tabela 9). Este sesquiterpenóide, presente no óleo essencial extraído de *Piper cernuum* e *P. regnellii*, mostrou atividade antimicrobina (Canstatin *et al.*, 2001; Cysne *et al.*, 2005), e isolado do extrato clorofórmico de *Cissus verticillata* (Vitaceae) possui atividade antifúngica (Silva *et al.*, 2007). Adicionalmente, o grupo de pesquisa do LabBBE comprovou que o óleo essencial de *A. parviflora*, possui atividade antibacteriana frente às bactérias *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis* (Sarrazin *et al.*, 2010). Isto sugere que a plântula aumenta a produção deste composto no início de seu desenvolvimento para se defender de microorganismos, visto que esta planta é vulnerável a ataques de fitopatógenos.

**Tabela 9:** Composição química do óleo essencial de diversos órgãos de *A. parviflora*.

COMPOSTOS %	Óleo essencial de órgãos diversos			
	CAULE	FLORES	FRUTOS	CAUL /FOL
1 $\alpha$ -Thujene	0,27	0,21	0,17	0,11
2 $\alpha$ -Pinene	1,48	1,95	2,48	1,55
3 Camphene	0,40	0,46	0,54	0,79
4 Sabinene	0,12	0,14	0,43	0,24
5 $\beta$ -pinene	0,87	1,6	2,74	1,14
6 Myrcene	2,68	1,98	2,02	2,05
7 $\alpha$ -Phellandrene	5,06	7,33	-	5,94
8 3- $\delta$ -Carene	0,07	0,26	6,27	-
9 $\alpha$ -Terpinene	0,24	0,15	0,18	0,10
10 p-Cymene	1,08	1,89	0,68	0,42
11 $\beta$ -Phellandrene	13,17	9,88	9,92	11,85
12 (Z)- $\beta$ -Ocimene	-	0,21	0,33	0,08
13 (E)- $\beta$ -Ocimene	1,99	8,64	9,58	0,30
14 $\gamma$ -Terpinene	0,22	0,26	0,19	0,17
15 Linalool oxide	0,10	0,05	0,04	-
16 $\alpha$ -Terpinolene	0,25	0,57	0,50	0,14
17 Linalool	44,57	50,94	41,98	29,39
18 Terpineol	-	0,16	0,05	0,05
19 Camphor	-	0,03	0,04	0,05
20 Borneol	0,11	0,26	0,30	0,32
21 Terpinen-4-ol	0,32	0,48	0,31	0,15
22 Cryptone	-	-	0,06	-
23 $\alpha$ -Terpineol	0,99	2,02	1,77	0,91
24 $\delta$ -Elemene	-	-	0,15	-
25 Nerol	0,04	0,03	-	-
26 Geraniol	0,13	-	-	-
27 $\alpha$ -Cubebene	0,78	0,03	0,52	0,12
28 $\beta$ -Elemene	-	0,08	-	-
29 Caryophyllene-(E)	-	0,67	-	-
30 Cyclosativene	0,05	-	0,20	-
31 $\alpha$ -Ylangene	0,08	-	0,05	-
32 $\alpha$ -Copaene	0,85	-	0,58	0,03
33 $\beta$ -Elemene	-	-	0,93	0,60
34 E-Caryophyllene	-	-	0,27	0,15
35 $\gamma$ -Elemene	0,13	-	-	-
36 Aromadendrene	0,21	-	0,08	0,35
37 $\beta$ -(Z)-Farnesene	0,18	0,03	0,94	-
38 $\alpha$ -Humulene	0,42	0,09	0,19	0,09
39 $\beta$ -(E)-Farnesene	0,12	-	0,45	-

**Tabela 9:** Continuação - Composição química do óleo essencial de diversos órgãos de *A. parviflora*.

Compostos (%)	Amostras de órgãos diversos			
	CAULES	FLORES	FRUTOS	CAUL/FOL
40 $\gamma$ -Muurolene	0,38	-	-	-
41 Germacrene-D	0,45	0,25	1,87	0,72
42 $\alpha$ -Salinene	2,25	0,05	0,32	0,20
43 Bicyclogermacrene	-	0,59	3,11	16,20
44 Germacrene – A	-	0,03	0,28	-
45 $\alpha$ -Muurolene	0,15	-	-	-
46 (E.E)- $\alpha$ –Farnesene	0,28	0,11	2,43	-
47 $\gamma$ -Cadinene	0,17	-	-	-
48 $\delta$ -Cadinene	0,5	-	-	0,14
49 Elemol	0,12	0,15	0,54	0,62
50 Germacrene-B	0,66	0,05	-	0,49
51 Nerolidol (E)	0,31	0,75	1,14	-
52 Spathulenol	0,81	1,02	0,11	2,31
53 Caryophyllene oxide	1,4	0,87	-	-
54 Globulol	-	0,22	0,06	1,40
55 Viridiflorol	-	-	-	0,97
56 Gaiiol	-	0,20	-	0,54
57 Humulene epoxide	0,20	0,09	-	-
58 $\gamma$ -Eudesmol	-	0,06	-	0,25
59 Agarospirol	2,18	-	0,22	6,53
60 Caryophylla-4(12),8(13)-dien5- beta-ol	0,51	-	-	-
61 $\beta$ -Eudesmol	0,55	0,31	0,22	1,00
62 $\alpha$ -Eudesmol	-	0,52	-	1,03
63 Benzyl Benzoate	0,94	0,94	-	1,74
Hidrocarbonetos monoterpênicos	27,90	35,53	36,03	24,88
Monoterpênicos oxigenados	46,09	53,94	44,05	30,87
Hidrocarbonetos sesquiterpênicos	7,83	2,01	12,91	19,09
Sesquiterpênicos oxigenados	7,02	5,13	2,29	16,39
<b>TOTAL % ÁREA</b>	<b>88,84</b>	<b>96,61</b>	<b>95,28</b>	<b>91,23</b>

OBS.: As porcentagens representam a % em área do pico cromatográfico. Os campos com hífen representam composto com % em área do pico cromatográfico inferior a 0,03 % ou ausente. IR<sub>calc</sub> é o índice de retenção.

## CONCLUSÃO

A sazonalidade, isto é, períodos de seca e chuva na Amazônia, não influenciou no rendimento de óleo essencial extraído das folhas de *Aniba parviflora*. No entanto, houve diferenças qualitativas e quantitativas na composição química, pois os compostos 2,3,6-Trimethyl-1,5-heptadieno, cyclosativeno, amorfeno,  $\alpha$ -salineno,  $\delta$ -elemeno e globulol só ocorreram no período chuvoso, enquanto o agorospírol,  $\beta$ -cariofileno, germacreno-A,  $\beta$ -selineno, (E)-cariofileno e epóxido de humuleno apenas no período seco.

Os componentes majoritários, presente em todas as amostras do óleo essencial extraído das folhas do período seco e chuvoso foram o linalol com média, entre os períodos seco e chuvoso, de 31,23%, seguidos do  $\beta$ -felandreno (6,66%) e o espatulenol (6,25%). Houve uma redução média de 6,8% no teor de linalol no período chuvoso. Observou-se ainda que os compostos (Z)-pinocarveal e o pinocarvona só ocorreram na árvore 275 e, o limoneno e o eucaliptol na árvore 218, sendo que esta apresentou maior porcentagem de linalol e rendimento de óleo essencial em ambos os períodos.

As análises químicas obtidas do óleo essencial de diversos órgãos da *A. parviflora* confirmaram um domínio de frações de monoterpenos oxigenados, com predominância do linalol. As flores apresentaram a maior fração de monoterpenos (89,47%) que foi atribuído à sua volatilidade e forte aroma para atração de polinizadores. Caulículos e folíolos, provenientes de plântulas com idade aproximada de dois meses, revelaram uma elevada proporção de biciclogermacreno (16,2%), substância reconhecida por possuir atividade antimicrobiana, sugerindo que estas aumentam a produção deste composto no início de seu desenvolvimento para se defender de microorganismos.

## REFERÊNCIAS:

Adams, R. P. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*. Allured Publ. Corp, Carol Stream, IL, 2001.

Araújo, A. J.; Lordello, A. L. L.; Maia, B. H. L. N. Análise comparativa dos óleos essenciais de folhas e galhos de *Ocotea puberula* (Lauraceae). *Revista Visão Acadêmica*. **2001**, 2, 81.

Barata, L. E. S. 2008. Mania de limpeza e o mercado de perfumes & domissanitários. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico* (<http://www.jardimdeflores.com.br/>), acesso em janeiro de 2010.

Bezerra A. M. E.; Medeiros, F. S; Oliveira, L. D. M; Silveira, E. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. *Horticultura Brasileira*. **2008**, 26, 26.

Bergson, C. M.; Costa, J. M. N.; Costa, A. C. L.; Costa, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*. 2005, 35, 2.

Castro, D. M. Efeito da variação sazonal, colheita selecionada e temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.)N. E. Br ex Britt. & Wilson (Verbenaceae). *Tese de Doutorado*, UNESP, Botucatu, Brasil, 2001.

Chaves, F. C. M. Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função de adubação orgânica e épocas de corte. *Tese de doutorado*, UNESP, Botucatu, Brasil, 2002.

Chinou, I. B.; Roussis, V.; Perdetzoglou, D.; Loukis, A. *Planta Med*. **1996**, 62, 377.

Choudhury, S. M; Bordoloi, D. N. 1988. Effect of sowing on the growth, yield and oil quality of *Ocimum gratissimum* Linn. *Indian Perfum*, **1988**, 30, 25.

Constantin, M. B.; Sartorelli, P.; Limberger, R.; Henriques, A. T.; Steppe, M.; Ferreira, M. J. P.; Ohara, M. T.; Emerenciano, V. P.; Kato, M. J. Essential oils from *Piper cernuum* and *Piper regnellii*: antimicrobial activities and analysis by CG/MS and C-NMR. *Planta Med*, **2001**, 63, 771.

Corrêa, M. P. 1974. *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas*. Vol. 5, IBDF: Rio de Janeiro, 626 p.

Costa, T. R.; Fernandes, O. F. L.; Oliveira, C. M. A; Lião, L. M.; Ferri, P. H.; Paula, J. F.; Ferreira, H. D.; Sales, B. H. N. Silve, M. R. R. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. *Journal Ethnopharmacology*, **2000**, 72, 111.

Cunha, L. N. Influência sazonal no teor de linalol do óleo essencial da *Aniba duckei* Kostermans cultivada em ambiente natural na reserva florestal Ducke. *Ciência e Natura*, **2011**, 33, 7.

Cysne, J. B.; Canuto, K. M.; Pessoa, O. D. L.; Nunes, E. P.; Silveira, E. R. Leaf essential oils of four *Piper* species from the State of Ceará - Northeast of Brazil. *J Braz Chem Soc*, **2005**, 16, 1378.

Czabator, F. J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, **1962**, 8, 386-396.

Fernandes, E. S.; Passos, G. F.; Madeiros, R.; Cunha, E. M.; Ferreira, J.; Campos, M. M.; Calixto, J. B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha- humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cardia verbenaceae*. *Journal Ethnopharmacology*, **2007**, 3, 228.

Figueroa, S.N.; Nobre, C. Precipitations distribution over Central and Western Tropical South America. *Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. **1990**,5, 36

Ghelardini, C.; Galeotte, N.; Mannelli, L.; Mazzanti, G.; Bartolini. Local anaesthetic activity of beta-caryophyllene, *II Farmaco*, **2001**, 56, 387.

Gobo, N. L.; Lopes, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólicos se secundários. *Química Nova*, **2007**, 30,374.

Gottieb, C.; Galeotte, N.; Mannelli, L.; Mazzanti, G.; Bartolini. Local anaesthetic activity of beta-caryophyllene. *II Farmaco*, **2001**, 56,387.

INMET. **2011**. *Normais climatológicas*.2011, 155p.

Kapur, K. K; Vashist, V. N; Atal, C. K. 1982. Variability and utilization studies on *Eucalyptus citriodora* Hook. grown in India. In: Atal, C.K; Kapur, B.M. (eds). *Cultivation and utilization of aromatic plants*. Jammu-Tawi: Regional Laboratory Council of Scientific and Industrial Research, 1983, 603-606 p.

Lopes, N. P.; Kato, M. J.; Andrade, E. H.; Maia, J. G. S.; Yoshida, M. Y. Circadian and seasonal variation in the essential oil from *Viola surinamensis* leaves. *Phytochemistry*, **1997**,6, 689.

Mattoso, E. Estudo de Fragrâncias Amadeiradas da Amazônia. *Dissertação de Mestrado*, Unicampi, Campinas, Brasil, 2005.

Ming, L.C; Figueiredo, R. O; Machado, S. R; Andrade, R. MC. Yield of essential oil of and citral content in different parts of lemongrass leaves (*Cymbopogo citratus* (D.C.) Stapf.) Poaceae. *Acta Horticulturae*, 1996, 426, 555.

Morais L. A. S. 2009. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *Horticultura Brasileira*, **2009**, 27: 4050.

Moura, V. M. Efeitos de extratos vegetais sobre atividades biológicas induzidas por peçonhas botrópicas. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil, 2012.



Simões, C.M.O; Spitzer, V. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/ Ed. da UFSC, 2002, 397-425 p.

Souza, R. C. Z. Avaliações das frações voláteis de espécies de Aniba por microextração em fase sólida acoplado à Cromatografia gasoso (SPME-CG) e Cromatografia Gasoso Bidimensional Abrangente (CGxCG). *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2011.

Sugawara, Y. H.; Tamura, K.; Fujii, T.; Nakamura, R.; Masujima, T.; Aoki, T. *Analysi Chimica Acta*, **1998**, 14, 293.

Talascra, M.; Araújo, C.C; Marque, M. O. M.; Facanali, R.; Moraes, P. L. R. Essential oils from leaves of *Cryptocarya ssp* from the atlantic rain forest. *Química Nova*, **2008**, 31, 503.

Waterman, P. G. The chemistry of volatile oils. In: Ray, R. K. M.; Waterman, P. G. *Volatile oil crops: Their biology, biochemistry and production*. Harlow: Longman Scientific, 1993.

Zheng, G. Q.; Keny, P. M.; Lam, L. K. T. Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents. *Journal of Natural Products*, **1992**, 55, 999.

## **ANEXOS**

ANEXO A - Cromatograma para a amostra 209 no período chuvoso

ANEXO B - Cromatograma para a amostra 218 no período chuvoso

ANEXO C - Cromatograma para a amostra 275 no período chuvoso

ANEXO D - Cromatograma para a amostra 280 no período chuvoso

ANEXO E - Cromatograma para a amostra 671 no período chuvoso

ANEXO F - Cromatograma para a amostra 209 no período seco

ANEXO G - Cromatograma para a amostra 218 no período seco

ANEXO H - Cromatograma para a amostra 275 no período seco

ANEXO I - Cromatograma para a amostra 280 no período seco

ANEXO J - Cromatograma para a amostra de flores

ANEXO L - Cromatograma para a amostra de frutos

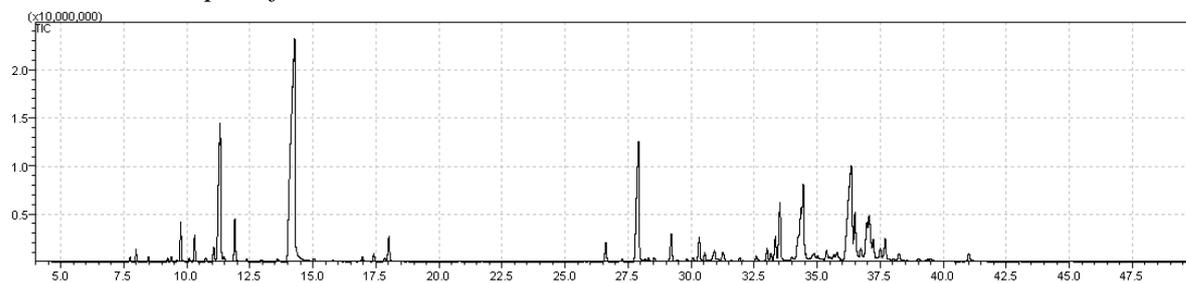
ANEXO M - Cromatograma para a amostra de caules

ANEXO N - Cromatograma para a amostra de mudas

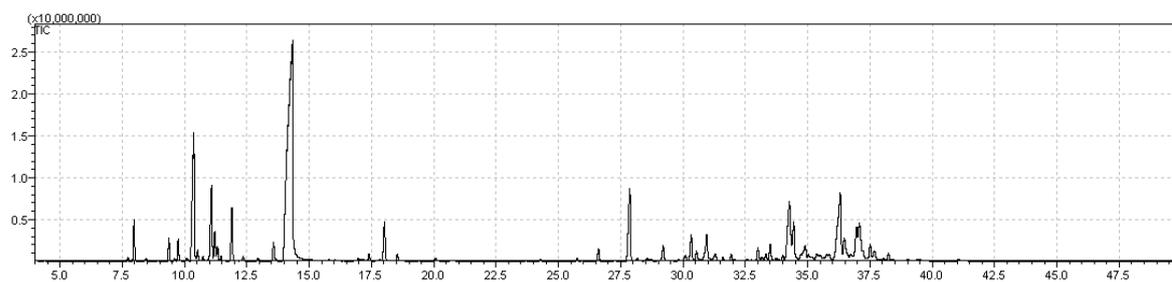
ANEXO O - Normas da revista Acta Amazônica

ANEXO P - Norma da revista Química Nova

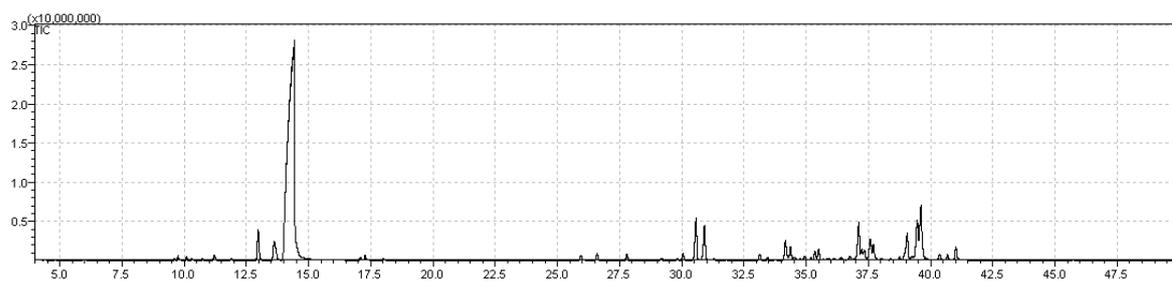
## CROMATOGRMAS DAS AMOSTRAS DE ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE *A. parviflora* DURANTE O MÊS DE MAIO - PERÍODO CHUVOSO



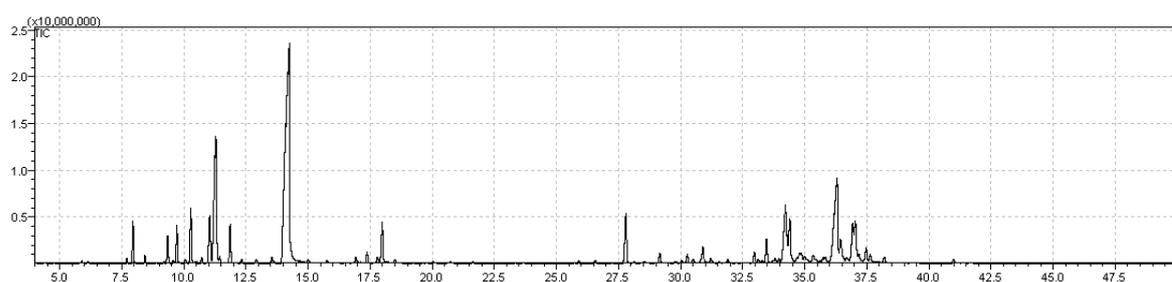
ANEXO A- Cromatograma da amostra 209



ANEXO B- Cromatograma para a amostra 218 .



ANEXO C – Cromatograma para a amostra 275.

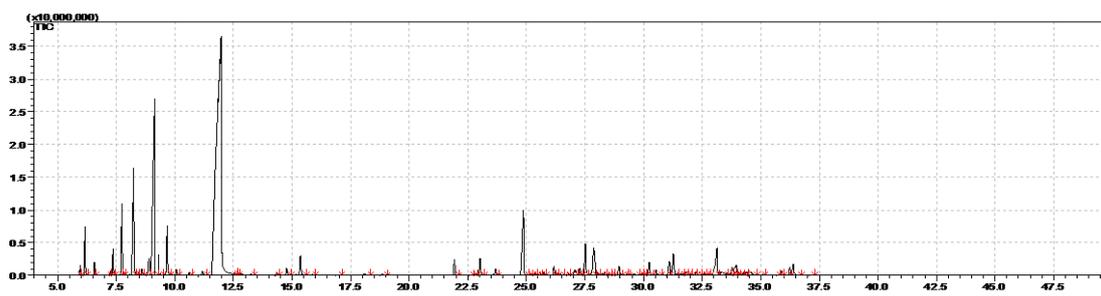


ANEXO D- Cromatograma para a amostra 280.

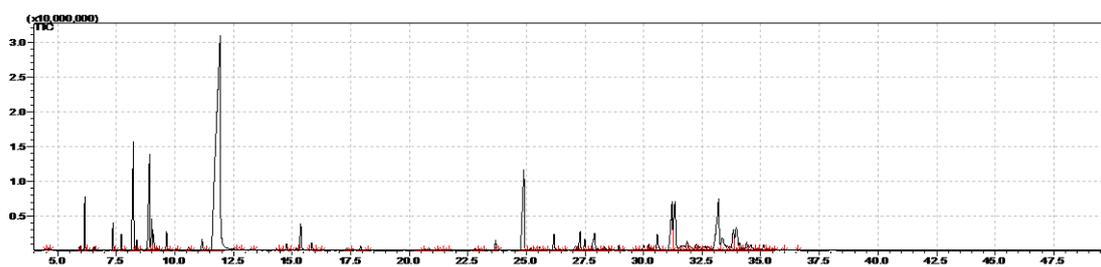


ANEXO E - Cromatograma para a amostra 671.

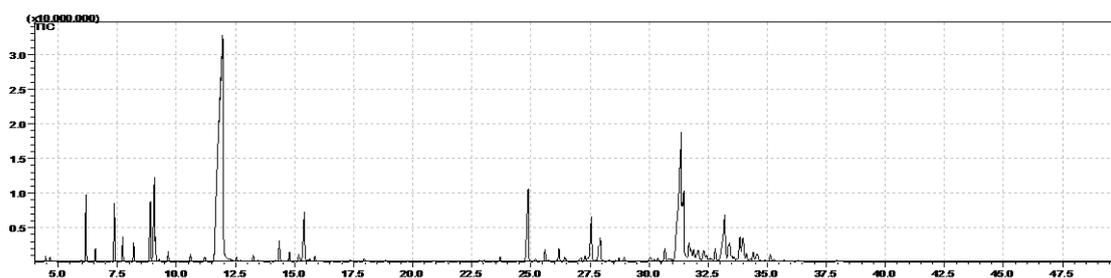
CROMATOGRMAS DAS AMOSTRAS DE ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE *A. parviflora* DURANTE O MÊS DE OUTUBRO - PERÍODO SECO.



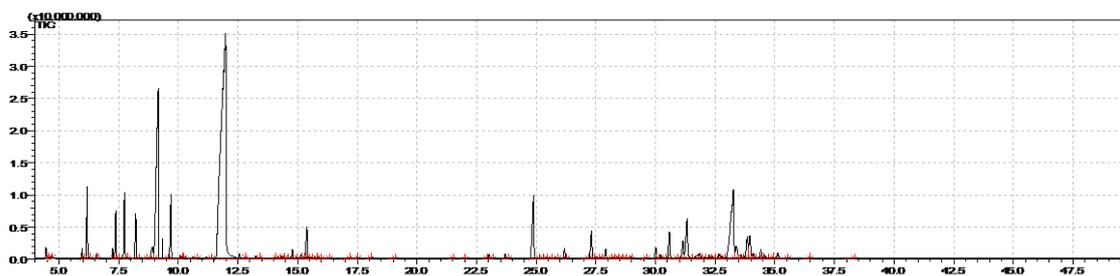
ANEXO F – Cromatograma para a amostra 209.



ANEXO G – Cromatograma para amostra 218.



ANEXO H – Cromatograma para amostra 275.

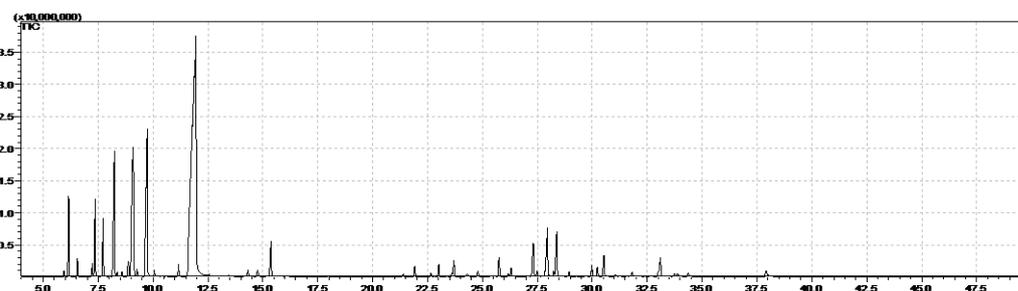


ANEXO I – Cromatograma para amostra 280 no período seco.

## CROMATOGRMAS DAS AMOSTRAS DE ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDAS DE DIRVERSOS ÓRGÃOS DE *A. parviflora*



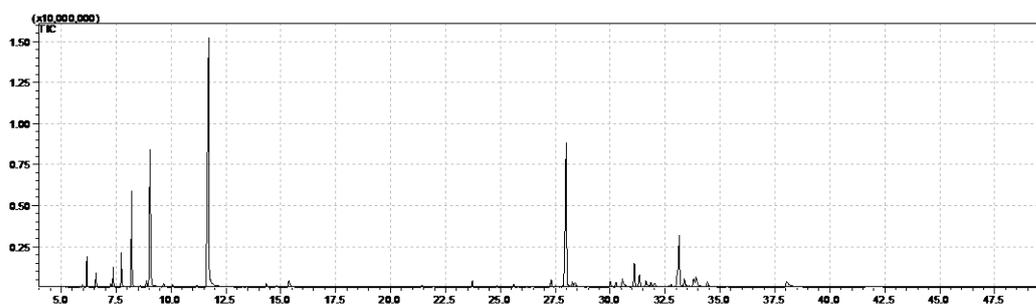
ANEXO J – Cromatograma para a amostra de flores.



ANEXO L – Cromatograma para a amostra de frutos.



ANEXO M – Cromatograma para a amostra de caules.



ANEXO N – Cromatograma para a amostra de mudas.

## NORMAS DA REVISTA ACTA AMAZONICA

ISSN 0044-5967

Contribuições devem ser submetidas em formato eletrônico no site do Periódico, <http://submission.scielo.br/index.php/aa/login>. O arquivo contendo o texto com tabelas e figuras deve ser salvo no formato Rtf (Rich Text Format), Doc ou Docx (Microsoft Word).

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O tamanho máximo do arquivo deve ser 3 MB.
2. O manuscrito deve ser acompanhado de uma carta de submissão indicando que:
  - a) Os dados contidos no trabalho são originais e precisos;
  - b) que todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo;
  - c) a contribuição apresentada a Revista não está sendo publicada, no todo ou em parte em outro veículo de divulgação. A carta de submissão deve ser carregada no sistema da Acta Amazonica como "documento suplementar".
3. Os manuscritos são aceitos em português, espanhol e inglês, mas encorajam-se contribuições em inglês. A veracidade das informações contidas numa submissão é de responsabilidade exclusiva dos autores.
4. A extensão máxima do trabalho é de 30 páginas para artigos e revisões, dez para comunicações e notas científicas e cinco para outros tipos de contribuições, incluindo bibliografia, tabelas, figuras e legendas. Tabelas e figuras devem ser inseridas ao final do texto, nesta ordem. Uma cópia das figuras deve ser submetida em formato eletrônico na página do Periódico (ver itens referente a figuras).
5. Os manuscritos formatados conforme as Normas da Revista (Instruções para os autores) são enviados aos editores associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento são levados em consideração a relevância científica, a inteligibilidade do manuscrito e seu escopo dentro do contexto Amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo ou de pouca relevância científica serão rejeitadas. Manuscritos aprovados na pré-avaliação são enviados para revisores (pelo menos dois), especialistas de outras instituições diferentes daquelas dos autores, para uma análise mais detalhada.
6. Uma contribuição pode ser considerada para publicação, se tiver recebido pelo menos dois pareceres favoráveis no processo de avaliação. A aprovação dos manuscritos está fundamentada no conteúdo científico e na sua apresentação conforme as Normas da Revista.
7. Os manuscritos que necessitem correções são encaminhados aos autores para revisão. A versão corrigida deve ser encaminhada ao Editor no prazo de DUAS semanas. Uma resposta deve ser carregada

no sistema da Revista, detalhando as correções efetuadas. Nesta resposta, recomendações não incorporadas ao manuscrito, devem ser justificadas. Todo o processo de avaliação pode ser acompanhado no endereço, <http://submission.scielo.br/index.php/aa/login>.

8. A organização do manuscrito deve seguir esta ordem: Título, Nome do(s) autor(es), Endereço institucional e eletrônico, Resumo, Palavras Chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos (incluído apoio financeiro) e Bibliografia Citada.

**Importante:** Toda submissão deve incluir antes da Introdução: título, abstract e palavras-chave (keywords) em inglês.

9. As comunicações e notas científicas são redigidas em seqüência única, sem separação em tópicos; porém, devem conter: Título, Nome do(s) autor(es), Endereço institucional e eletrônico, Resumo, Palavras Chave; Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Bibliografia Citada. São permitidas até três figuras e duas tabelas. Também devem ser incluídos título, abstract e palavras-chave (keywords) em inglês.

10. O(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) com o último nome em letras maiúsculas. Nomes e instituição(ões) com o endereço completo, incluindo telefone, fax, e-mail devem ser cadastrados no sistema da Revista no ato da submissão.

11. **IMPORTANTE:** Os manuscritos não formatados conforme as Normas da Revista NÃO são aceitos para publicação.

12. Os manuscritos devem ser preparados usando editor de texto (e salvos em formato doc, docx ou Rtf), utilizando fonte "Times New Roman", tamanho 12 pt, espaçamento duplo, com margens de 3 cm. As páginas e as linhas devem ser numeradas. Referências, tabelas e figuras (se houver) devem ser incluídas ao final do manuscrito, nessa seqüência.

13. O título deve ser justificado à esquerda; com a primeira letra maiúscula.

14. O resumo, com até 250 palavras ou até 150 palavras no caso de notas e comunicações, deve conter de forma sucinta, o objetivo, a metodologia; os resultados e as conclusões. Os nomes científicos das espécies e demais termos em latim devem ser escritos em itálico.

15. As palavras-chave devem ser em número de três a cinco. Cada palavra-chave pode conter dois ou mais termos.

16. **Introdução.** Esta seção deve enfatizar o propósito do trabalho e fornecer de forma sucinta o estado do conhecimento sobre o tema em estudo. Nesta seção devem-se especificar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Não incluir resultados ou conclusões na Introdução.

17. **Material e Métodos.** Esta seção deve ser organizada cronologicamente e explicar os procedimentos realizados, de tal modo que outros pesquisadores possam repetir o estudo. O procedimento estatístico utilizado deve ser descrito nesta seção. Procedimentos-padrão devem ser apenas referenciados. As unidades de medidas e as suas abreviações devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, deve constar uma lista com as abreviaturas utilizadas. Equipamento específico utilizado no estudo deve ser descrito (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação). Material testemunho (amostra para

referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito.

18. Aspectos éticos e legais. Para estudos que exigem autorizações especiais (p.ex. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, IBAMA, CNTBio, INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) deve-se informar o número do protocolo de aprovação.

19. Resultados e discussão. Os resultados devem apresentar os dados obtidos com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto toda a informação contida em tabelas e figuras. Algarismos devem estar separados de unidades. Por ex., 60 °C e NÃO 60° C, exceto para percentagem (p. ex., 5% e NÃO 5 %). Utilizar unidades e símbolos do sistema internacional e simbologia exponencial. Por ex., cmol kg<sup>-1</sup> em vez de meq/100g. A discussão deve ter como alvo os resultados obtidos. Evitar mera especulação. Entretanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas.

20. Conclusões. Este item contém a interpretação dos resultados obtidos no trabalho. Podem ser apresentadas como um tópico separado ou incluídas na seção de resultados e discussão.

21. Agradecimentos (incluindo apoio financeiro). Devem ser breves e concisos.

22. Bibliografia citada. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de periódicos científicos. As referências devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos. Os nomes dos autores devem ser citados em ordem alfabética. As referências devem se restringir a citações que aparecem no texto. Nesta seção, o título do periódico NÃO deve ser abreviado.

**a) Artigos de periódicos:** Walker, I. 2009. Omnivory and resource – sharing in nutrient – deficient Rio Negro Waters: Stabilization of biodiversity? *Acta Amazonica*, 39: 617-626.

Alvarenga, L.D.P.; Lisboa, R.C.L. 2009. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de briófitas da Amazônia Oriental. *Acta Amazonica*, 39: 495-504.

**b) Dissertações e teses:** Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192 pp.

**c) Livros:** Goulding, M. 1980. *The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley, CA, USA. 280 pp.

**d) Capítulos de livros:** Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário, p. 3-10. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Eds.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

**e) Citação de fonte eletrônica:**

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 ([www.cptec.inpe.br/products/climanalise](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise)). Acesso em 19/05/1999.

23. No texto, citações de referências seguem a ordem cronológica. Para duas ou mais referências do

mesmo ano citar conforme a ordem alfabética. Exemplos:

**a) Um autor:** Pereira (1995) ou (Pereira 1995).

**b) Dois autores:** Oliveira e Souza (2003) ou (Oliveira e Souza 2003).

**c) Três ou mais autores:** Rezende *et al.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

**d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):** Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

**e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):** Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

## FIGURAS

24. Fotografias, desenhos e gráficos devem ser de alta resolução, em preto e branco com alto contraste, numerados sequencialmente em algarismos arábicos. A legenda da figura deve estar em posição inferior a esta. NÃO usar tonalidades de cinza em gráfico dispersão (linhas ou símbolos) ou gráficos de barra. Em gráfico de dispersão, pode-se usar símbolos abertos ou sólidos (círculos, quadrados, triângulos, ou losangos) e linhas em preto (contínuas, pontilhadas ou tracejadas). Para gráfico de barra, pode-se usar barras pretas, bordas pretas, barras listradas ou pontilhadas. Na borda da área de plotagem utilizar uma linha contínua e fina, porém NÃO usar uma linha de borda na área do gráfico. Evitar legendas desnecessárias na área de plotagem. Nas figuras, NÃO usar letras muito pequenas (< tamanho 10 pt), nos títulos dos eixos ou na área de plotagem. Nos eixos (verticais, horizontais) usar marcas de escala internas. NÃO usar linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações similares. O significado das siglas utilizadas deve ser descrito na legenda da figura.

25. No manuscrito, as figuras devem limitar-se a sete em artigos, e a três em comunicações e notas científicas e devem ser de alta qualidade.

26. As figuras devem estar dimensionadas de forma compatível com as dimensões da Revista, ou seja, largura de uma coluna (8 cm) ou de uma página 17 cm e permitir espaço para a legenda. As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para otimizar o espaço da Revista. Na figura, quando for o caso, a escala deve ser indicada por uma linha ou barra (horizontal) e, se necessário, referenciadas na legenda da figura, por exemplo, barra = 1 mm.

27. No texto, a citação das figuras deve ser com letra inicial maiúscula, na forma direta ou indireta (entre parêntesis). Por exe.: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, a figura deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por exe.: "Figura 1. Análise..."

28. Para figuras não originais ou publicadas anteriormente, os autores devem informar explicitamente no manuscrito que a permissão para reproduzi-las foi concedida.

29. As fotografias e ilustrações (Bitmap) devem estar no formato Tiff ou Jpeg, em alta resolução (mínimo de 300 dpi). Em gráficos de dispersão ou de barras utilizar o formato Xls, Eps, Cdr, Ai ou Wmf. Cada uma das figuras inseridas no texto deve também ser carregada no sistema da *Acta*

*Amazonica* em arquivo separado, como um "documento suplementar".

30. Fotografias devem estar, preferencialmente, em preto e branco. Fotografias coloridas podem ser aceitas, mas com os custos de impressão por conta dos autores. Como alternativa, pode ser usada a figura em preto e branco na versão impressa e colorida (se for necessário) na versão eletrônica, sem custo para os autores.

31. Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida, para ilustrar a capa da Revista. Nesse caso, não há custos para os autores.

## **TABELAS**

32. As tabelas devem ser organizadas e numeradas sequencialmente em algarismos arábicos. O número máximo de tabelas é de cinco para os artigos e de duas tabelas para as comunicações e notas científicas. A numeração e o título (breve e descritivo) devem estar em posição superior à tabela. A tabela pode ter notas de rodapé. O significado das siglas utilizadas na tabela (cabecinhos, etc) deve ser descrito no título ou no rodapé.

33. As tabelas devem ser elaboradas em editor de texto (Rtf, Doc ou Docx) e não podem ser inseridas no texto como figura (p. ex. um gráfico no formato Jpeg).

34. A citação no texto pode ser na forma direta ou indireta (entre parêntesis), por extenso, com a letra inicial maiúscula. Por ex. Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda, a tabela deve ser numerada seguida de ponto antes do título. Por ex. "Tabela 1. Análise..."

## **INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

1. A Acta Amazonica pode efetuar alterações de formatação e correções gramaticais no manuscrito para ajustá-lo ao padrão editorial e linguístico. As provas finais são enviadas aos autores para a verificação. Nesta fase, apenas os erros tipográficos e ortográficos podem ser corrigidos. Nessa etapa, **NENHUMA** alteração de conteúdo pode ser feita no manuscrito, se isso acontecer, o manuscrito pode retornar ao processo de avaliação.

2. A Acta Amazonica não cobra taxas para publicação. Informações adicionais podem ser obtidas por e-mail [acta@inpa.gov.br](mailto:acta@inpa.gov.br). Para informações sobre um determinado manuscrito, deve-se fornecer o número de submissão.

## NORMAS REVISTA QUÍMICA NOVA

Disponível em: [http://quimicanova.sbq.org.br/spec/qn/pt\\_BR/normas.php](http://quimicanova.sbq.org.br/spec/qn/pt_BR/normas.php)

**PREPARAÇÃO DE MANUSCRITOS** - Todos os trabalhos deverão ser digitados em espaço duplo, utilizando somente Microsoft Word. A seguir, deve ser gerado um único arquivo no formato *.pdf*, do trabalho todo, para ser submetido através do sistema *on line de QN*. A revista não aceita mais a submissão de trabalhos por outra forma.

A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores. Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão vir imediatamente após o nome de cada autor.

Os autores deverão ser agrupados por endereço. O autor para correspondência, que deverá ser o mesmo que submete o artigo *on line*, deverá ser indicado com asterisco (\*) e seu e-mail colocado no rodapé da página (um só e-mail).

A segunda página deverá conter o título e o resumo do trabalho em inglês (abstract), com no máximo 100 (cem) palavras, e a indicação de 3 palavras-chave (keywords), também em inglês.

As figuras (incluindo gráficos, esquemas, etc) deverão ser em número máximo de 7 figuras simples e ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco). Para número maior ver o item Material Suplementar. As figuras, tabelas, esquemas, etc deverão ser colocadas após as referências e devidamente identificadas pelo respectivo número. Se escaneadas, deverão ser em alta resolução (800 dpi/bitmap para traços). No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente, além de boa qualidade gráfica. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma coluna (8,5 cm).

Figuras coloridas terão custo de publicação repassado aos autores, quando da publicação. Esse valor só poderá ser informado aos autores quando o trabalho estiver previsto para ser publicado, ocasião em que a gráfica fornece o orçamento.

Para figuras, gráficos, esquemas, tabelas, etc idênticos aos já publicados anteriormente na literatura, os autores deverão pedir permissão para publicação junto à empresa/sociedade científica que detenha os direitos autorais e enviá-la à editoria de *QN* junto com a versão final do manuscrito.

As referências deverão ser numeradas consecutivamente no texto, na forma de expoentes, após a pontuação (se houver). A lista de referências deverá ser colocada no final do texto. As legendas das figuras, gráficos e esquemas deverão ser colocadas em uma única folha à parte, separadas das figuras. A seguir, deverão ser colocadas as figuras, os gráficos, os esquemas, as tabelas e os quadros. Colocar os títulos acima de cada tabela. No texto, deverá ser indicada apenas a inserção de cada um(a).

### Referências

#### **Revistas:**

Será utilizada a abreviatura da revista como definida no Chemical Abstracts Service Source Index (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não puder

ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo.

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; *J. Indian Chem. Soc.* **1990**, *67*, 518.

2. No caso especial da revista citada não ser de fácil acesso, é recomendado citar o seu número de Chemical Abstract, como segue:

Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved.; Khim. Khim. Tekhnol.* **1976**, *19*, 708. (CA 85:78051s).

3. Caso o trabalho tenha doi, mas não a referência completa, citar doi da seguinte maneira:

Vidotti, M.; Silva, M. R.; Salvador, R. P.; de Torresi, S. I. C.; Dall'Antonia, L. H.; *Electrochimica Acta* (2007), doi:10.1016/j.electacta.2007.11.029.

É recomendado o uso de referências compostas na medida do possível, em lugar de uma lista de referências individuais. O estilo das referências compostas é o seguinte:

4. Varela, H.; Torresi, R. M.; *J. Electrochem. Soc.* **2000**, *147*, 665; Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; *J. Braz. Chem. Soc.* **1996**, *7*, 123; Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.; *Quim. Nova* **2001**, *24*, 473.

#### **Patentes:**

Devem ser identificadas da seguinte forma (na medida do possível o número do Chemical Abstracts deve ser informado entre parênteses).

5. Hashiba, I.; Ando, Y.; Kawakami, I.; Sakota, R.; Nagano, K.; Mori, T.; *Jpn. Kokai Tokkyo Koho* 79 73,771 **1979**. (CA 91:PI93174v)

6. Kadin, S.B.; *US pat.* 4,730,004 **1988**. (CA 110:P23729y)

7. Eberlin, M. N.; Mendes, M. A.; Sparrapan, R.; Kotiaho, T. *Br PI* 9.604.468-3, **1999**.

#### **Livros:**

com editor(es):

8. Regitz, M. Em *Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry*; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 1990, cap. 2.

sem editor(es):

9. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; *Advanced Inorganic Chemistry*, 5th ed., Wiley: New York, 1988.

#### **Programas de computação (Softwares):**

10. Sheldrick, G. M.; *SHELXL-93; Program for Crystal Structure Refinement*; Universidade de Göttingen, Alemanha, 1993.

#### **Teses:**

11. Velândia, J. R.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

#### **Material apresentado em Congressos:**

12. Ferreira, A. B; Brito, S. L.; *Resumos da 20a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Poços de Caldas, Brasil, 1998.

#### **Páginas Internet:**

<http://www.s bq.org.br/jbcs>, acessada em Junho 2001.

#### **Material não publicado:**

Para material aceito para publicação: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, no prelo. Para material submetido mas ainda não aceito: Magalhães, U. H.; *J. Braz. Chem. Soc.*, submetido. Para trabalho não publicado ou comunicação pessoal: Magalhães, U. H.; trabalho não publicado ou Magalhães, U. H., comunicação pessoal. Os resultados não publicados só poderão ser citados com a permissão explícita das pessoas envolvidas na sua obtenção.