



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ADALGISA DA SILVA ALVAREZ

**CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E QUÍMICA
SAZONAL DOS COMPONENTES VOLÁTEIS DAS FOLHAS DE *PLATONIA
INSIGNIS* MART. (CLUSIACEAE) “O BACURIZEIRO”, NATIVOS DE TRÊS ÁREAS
DE FLORESTA SECUNDÁRIA DO NORDESTE DO PARÁ.**

**BELÉM
2011**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ADALGISA DA SILVA ALVAREZ

**CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E QUÍMICA
SAZONAL DOS COMPONENTES VOLÁTEIS DAS FOLHAS DE *PLATONIA
INSIGNIS* MART. (CLUSIACEAE) “O BACURIZEIRO”, NATIVOS DE TRÊS ÁREAS
DE FLORESTA SECUNDÁRIA DO NORDESTE DO PARÁ.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Manoela Ferreira Fernandes da Silva.

**BELÉM
2011**

Alvarez, Adalgisa da Silva

Caracterização da estrutura anatômica e química sazonal dos componentes voláteis das folhas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae) “o bacurizeiro”, nativos de três áreas de floresta secundária do nordeste do Pará./ Adalgisa da Silva Alvarez. Belém, 2011.

115 il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

Platonia insignis – Nordeste do Pará. 2. Caracterização Anatômica, 3. Caracterização Química, 4. Folhas, 5. Sazonalidade. I. Título.

CDD – 581.4



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ADALGISA DA SILVA ALVAREZ

**CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ANATÔMICA E QUÍMICA
SAZONAL DOS COMPONENTES VOLÁTEIS DAS FOLHAS DE *PLATONIA
INSIGNIS* MART. (CLUSIACEAE) “O BACURIZEIRO”, NATIVOS DE TRÊS ÁREAS
DE FLORESTA SECUNDÁRIA DO NORDESTE DO PARÁ.**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Manoela Ferreira Fernandes da Silva, Doutora - Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Profa. Eloísa Helena de Aguiar Andrade, Doutora - 1º Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Profa. Ely Simone Cajueiro Gurgel, Doutora - 2ª Examinadora
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Profa. Cristine Bastos do Amarante, Doutora - 3º Examinadora
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Profa. Maria do Socorro Gonçalves Ferreira, Doutora - 4º Examinadora
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

*Aos meus pais Marlene e Tadeu Figueiredo,
meus filhos Jean Matias Aviz Alvarez e Ana
Carla Aviz Alvarez e in memorium a minha
querida orientadora Raimunda Conceição de
Vilhena Potiguara e à Hilda do Vale com
carinho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Jesus Cristo por todas as bênçãos recebidas.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi e a todos os colegas e funcionários Eunice Macedo, Raimundo Procópio, José Cosme dos Santos, Luís Carlos Lobato, Ione Bemergui e ao pesquisador Dr. Samuel Almeida †.

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de doutorado.

A minha querida orientadora Dra. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara pelo carinho, por sua dedicação e repasse dos conhecimentos durante toda minha carreira científica, que levarei para sempre em meu coração.

A Dra. Maria das Graças Bichara Zogbi pela realização das análises químicas, orientação e co-orientação deste trabalho.

Ao Coordenador do Curso de Pós-graduação do Mestrado em Botânica do MPEG Prof. Dr. João Ubiratan dos Santos.

A Dra. Manoela Ferreira Fernandes da Silva e a Dra. Maria do Socorro Ferreira por colaborarem em várias etapas desta pesquisa.

Aos amigos Rolf Ferreira e Altenir Sarmiento por incontáveis favores.

Especialmente a amiga Celita Moreira.

A Tatiane Yuriko e Raimunda Pereira pelo auxílio e amizade.

Ao pesquisador Hilton Túlio Costi amigo e grande incentivador, pelo apoio recebido durante as práticas no laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura.

A Dra. Léa Carreira, Dra. Flávia Cristina Lucas, Dra. Márlia Coelho pela amizade e incentivo e a Dra. Alba Lúcia Ferreira de Almeida Lins, por valiosas sugestões.

A Dra. Maria de Lourdes Ruivo pelo apoio financeiro a esta pesquisa com o projeto: “Avaliação de sistemas de uso do solo por meio de indicadores de sustentabilidade ambiental, microbiológico e bioquímico em sistemas florestais e agroflorestais”.

Ao senhor Isaque Matos de Brito † pela realização das coletas.

A bibliotecária Ana Cristina pela revisão do manuscrito.

A todos que de alguma forma contribuíram com a realização desta pesquisa.

Felizes são os que ouvem a palavra de Deus e a guardam
(Lucas 11: 28).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de Bragança (Benjamin Constant) nos dois períodos inverno e verão amazônico	81
Tabela 2. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de São Caetano de Odivelas nos dois períodos inverno e verão amazônico.	81
Tabela 3. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.	82
Tabela 4. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de <i>Platonia insignis</i> nativos do município de Bragança (Benjamin Constant) nos dois períodos inverno e verão amazônico.	83
Tabela 5. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de <i>Platonia insignis</i> nativos do município de São Caetano de Odivelas nos dois períodos inverno e verão amazônico.	86
Tabela 6. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de <i>Platonia insignis</i> nativos do município de Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.	89
Tabela 7. Média da porcentagem dos constituintes químicos identificados nos óleos essenciais das folhas dos quinze espécimes de <i>Platonia insignis</i> nativos dos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano de Odivelas e Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.	93
Tabela 8. Constituintes voláteis (%) das amostras de folhas dos cinco espécimes de <i>Platonia insignis</i> nativos de Bragança, coletadas no período chuvoso, obtidos por hidrodestilação (HD) e destilação-extração simultânea (DES).	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica das áreas de coleta de <i>Platonia insignis</i> Mart. nos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano de Odivelas e na ilha de Mosqueiro no nordeste do Pará.	47
Figura 2. Hábito de <i>Platonia insignis</i> Mart. no município de Bragança, localidade de Benjamin Constant	48
Figura 3. Hábito de <i>Platonia insignis</i> Mart. no município de Bragança, localidade de Benjamin Constant	49
Figura 4. Hábito de <i>Platonia insignis</i> Mart. no município de São Caetano de Odivelas (planta jovem).	51
Figura 5. Hábito de <i>Platonia insignis</i> no município de São Caetano de Odivelas.	52

Figura 6. Hábito de <i>Platonia insignis</i> Mart. na ilha de Mosqueiro	54
Figura 7. Superfície foliar de <i>Platonia insignis</i> Mart. A. Epiderme adaxial. B. Epiderme abaxial. C. Estômatos na superfície adaxial. D. Estômatos na superfície abaxial. E. Tricoma glandular. Barras = 50 µm (7A); 30 µm (7B).....	62
Figura 8. Secções transversais do limbo foliar de <i>Platonia insignis</i> Mart. A. Vista geral do mesofilo evidenciando estrutura secretora com conteúdo. B. Detalhe do mesofilo, cutícula, cristal do tipo drusas . C. Vista geral da lenticela. D. Estrutura secretora em secção transversal. E. Detalhe da margem. ES = Estrutura Secretora, EP=Epiderme, CT=Cutícula, HP = Hipoderme, PP = Parênquima Paliçádico, PL = Parênquima Lacunoso. Barras= 200 µm = (8A, 8C); 50 µm = (8B); 30 µm =(8D); 115 µm =(8E).....	63
Figura 9. Secções transversais das regiões das nervuras de <i>Platonia insignis</i> Mart. A. Região cortical. B. Região medular. C. Região dorsal. XI = Xilema, FL = Floema, CO = Córtex, FR = Fibras, ES = Estrutura Secretora. Barras = 100 µm (9A, 9B, 9C).....	64
Figura 10. Secções transversais do pecíolo de <i>Platonia insignis</i> Mart. A. Região basal em secção transversal. B. Detalhe do feixe vascular. C. Região mediana em secção transversal. D. Região apical em secção transversal. E. Detalhe do feixe vascular. F. Detalhe da estrutura secretora com conteúdo. ES = Estrutura Secretora, FV = Feixe Vascular. Barras = 300 µm = (10A ,10C ,10D); 50 µm = (10B); 30 µm = (10E, 10F).....	65
Figura 11. Estrutura secretora de <i>Platonia insignis</i> Mart. A. Vista geral da estrutura secretora em secção transversal no pecíolo. B. Detalhe do epitélio secretor. C. Secção longitudinal do ducto com conteúdo. D. Detalhe das células epiteliais do ducto em secção longitudinal. DT = Ducto, CE= Célula Epitelial, LÚ= Lúmen. Barras = 50 µm (11A); 30 µm (11B, 11D); 100 µm=(11 C).....	66
Figura 12. Testes microquímicos realizados na lâmina foliar (região mediana, basal e apical). A. Teste microquímico para compostos fenólicos (reagente cloreto férrico a 10%). B. Teste microquímico para compostos lipídicos (reagente sudam black II). C. Teste microquímico para compostos fenólicos (reagente cloreto férrico a 10%).....	67
Figura 13. Eletromicrografias do mesofilo de <i>Platonia insignis</i> . A-Secção transversal do mesofilo com espécime da área de Bragança. B. Secção transversal do mesofilo com espécime da área de Mosqueiro. C. Secção transversal do mesofilo com espécime da área de São Caetano.	68
Figura 14. Eletromicrografias da nervura central de <i>Platonia insignis</i> . A-Secção transversal da nervura central. B. Detalhe do feixe vascular.....	69
Figura 15. Dendrograma obtido dos constituintes voláteis obtidos por hidrodestilação (HD) e destilação- extração simultânea (DES) do município de Bragança (Benjamin Constant) no período chuvoso.....	97
Figura 16. Dendrograma obtido a partir dos óleos das folhas de <i>Platonia insignis</i> coletadas de três populações no Norte do Brasil, nos períodos chuvoso e	

seco. B1d-B5d = Bragança-período seco, B1r-B5r = Bragança-período chuvoso; S1d-S5d = São Caetano de Odivelas-período seco; S1r-S5r = São Caetano de Odivelas-período chuvoso, M1d-M5d = Mosqueiro-período seco; M1r-M5r = Mosqueiro-período chuvoso. 97

- Figura 17.** Dendrograma obtido pelo método da ligação direta dos constituintes químicos dos óleos essenciais obtidos das folhas das 30 amostras de *Platonia insignis* nativos dos municípios de Bragança, São Caetano de Odivelas e Mosqueiro, nos dois períodos climáticos amazônicos: chuvoso (inverno) e seco (verão). sca-sec = São Caetano de Odivelas-período seco; sca-chu = São Caetano de Odivelas-período chuvoso, brag-sec = Bragança-período seco, brag-chu = Bragança-período chuvoso; mosq-sec = Mosqueiro-período seco; mosq-chu = Mosqueiro-período chuvoso. 98
- Figura 18.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 (α -selineno e β -selineno) de *Platonia insignis* ativo do município de Mosqueiro período chuvoso . (BADM-1F) 109
- Figura 19.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período chuvoso.. (BADM-2F)..... 109
- Figura 20.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período chuvoso. (BADM-3F)..... 109
- Figura 21.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período chuvoso (BADM-4F). 109
- Figura 22.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período chuvoso (BADM-5F)..... 110
- Figura 23.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 (α -selineno e β -selineno) de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M1-F)..... 110
- Figura 24.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M2-F)..... 110
- Figura 25.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M3-F)..... 110
- Figura 26.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M4-F)..... 110
- Figura 27.** Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M5-F)..... 111

Figura 28. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período chuvoso (BAD-1F).	111
Figura 29. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período chuvoso (BAD-2-F).	111
Figura 30. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período chuvoso (BAD-3-F).	111
Figura 31. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período chuvoso (BAD-4-F).	111
Figura 32. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período chuvoso (BAD-5-F).	112
Figura 33. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período seco (BAD-1-F).	112
Figura 34. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período seco (BAD-2-F).	112
Figura 35. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período seco (BAD-3-F).	112
Figura 36. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período seco. (BAD-4-F).	112
Figura 37. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de Bragança período seco (BAD-5-F).	113
Figura 38. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período chuvoso (BADSC-1-F).	113
Figura 39. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período chuvoso (BADSC-2-F).	113
Figura 40. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período chuvoso (BADSC-3-F).	113
Figura 41. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período chuvoso (BADSC-4-F).	113

Figura 42. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período chuvoso (BADSC-5F).	114
Figura 43. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período seco (BADSC-1-F).	114
Figura 44. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período seco (BADSC-2-F).	114
Figura 45. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período seco (BADSC-3-F).	114
Figura 46. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período seco (BADSC-4-F).	114
Figura 47. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de <i>Platonia insignis</i> nativo do município de São Caetano período seco (BADSC-5-F).	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de compostos obtidos da polpa de frutos de <i>Platonia insignis</i> Mart. utilizando destilação extração simultânea (DES) em pH = 3 e pH =7 e extração com fluido supercrítico (EFS).	78
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	= Célula epitelial
CG/EM	= Cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas.
DES	= Destilação Extração Simultânea
DT	= Ducto
ES	= Estrutura Secretora
EFS	= Extração com fluído supercrítico
FB	= Fibras
FL	= Floema
FV	= Feixe Vascular
HD	= Hidrodestilação
LÚ	= Lúmen
MO	= Microscopia ótica
MEV	= Microscopia Eletrônica de Varredura
PP	= Parênquima Paliçádico
PL	= Parênquima Lacunoso
XI	= Xilema.

SUMÁRIO

Agradecimentos	15
Lista de Tabelas	17
Lista de figuras	17
Lista de Quadros	21
Lista de Abreviaturas e Siglas	22
Sumário	23
Resumo	25
Abstract	26
1. Contextualização	27
1.1. Objetivos.....	28
1.1.1. Geral	28
1.1.2. Específicos	28
1.2. Hipóteses	28
1.3. Referencial Teórico	29
1.3.1. Aspectos Biológicos de <i>Platonia insignis</i> Mart. (Clusiaceae).....	29
1.3.2. Considerações Taxonômicas	32
1.3.3. A Anatomia da Família Clusiaceae.....	33
1.3.4. A Química da Família Clusiaceae	36
1.4. Referências	38
2. Caracterização da Anatomia Foliar de Espécimes de <i>Platonia insignis</i> Mart. (Clusiaceae) Nativos de Três Áreas de Floresta Secundária do Nordeste do Pará.....	44
Resumo	44
Abstract	45
2.1. Introdução.....	46
2.2. Material e Métodos	47
2.2.1. Caracterização e localização da Área de Estudo I	47
2.2.2. Solo	48
2.2.3. Vegetação.....	48
2.2.4. Clima.....	49
2.2.5. Aspectos Históricos	49
2.3. Caracterização e Localização da Área de Estudo II.....	50
2.3.1. Solo.....	51
2.3.2. Vegetação.....	51
2.3.3. Clima.....	52

2.3.4. Aspectos Históricos	53
2.4. Caracterização e Localização da Área de estudo III	53
2.4.1. Solo	53
2.4.2. Vegetação	54
2.4.3. Clima	54
2.4.4. Aspectos Históricos	55
2.5. Coleta do Material	55
2.6. Técnicas	55
2.6.1. Dissociação de epidermes	55
2.6.2. Secções Histológicas Transversais e Longitudinais	56
2.6.3. Secções em Micrótopo Rotativo:	56
2.6.4. Testes Microquímicos	56
2.6.5. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	57
2.7. Resultados e Discussão	57
2.8. Conclusões	70
2.9. Referências	71
3. Caracterização Química Sazonal dos Componentes Voláteis de <i>Platonia insignis</i> Mart., Nativos de Três Áreas de Floresta Secundária do Nordeste do Pará	75
Resumo	75
Abstract	76
3.1. Introdução	77
3.2. Material e Métodos	79
3.2.1. Coleta do Material Botânico e Identificação Taxonômica	79
3.2.2. Processamento do Material Botânico para Extração de Óleo Essencial	79
3.2.3. Determinação da umidade residual	80
3.2.4. Extração e Cálculo do Rendimento de Óleos Essenciais	80
3.2.5. Análise da Composição Química	80
3.3. Resultados	81
3.4. Discussão	96
3.5. Conclusão	104
3.6. Referências	105
4. Anexo I	107
5. Anexo II	109

RESUMO

No presente estudo foram analisadas a estrutura e organização dos tecidos das folhas de quinze espécimes de *Platonia insignis*, colhidas em áreas de grande representatividade do nordeste do Estado do Pará: localidade de Benjamin Constant, no município de Bragança (5), do município de São Caetano de Odivelas (5) e da Ilha de Mosqueiro (5), durante o período chuvoso (inverno amazônico) e no período seco (verão amazônico) entre 2008 e 2010. O objetivo do trabalho foi caracterizar a anatomia através de testes microquímicos, identificar os tecidos a nível de microscopia de luz e, a superfície foliar em microscopia eletrônica de varredura (MEV), além de comparar a variação dos componentes voláteis das folhas e o rendimento de óleo em função da sazonalidade. As hipóteses levantadas para este trabalho foram à ocorrência de alteração na estrutura em nível de microscopia ótica e de varredura das folhas de *Platonia insignis* em função dos diferentes locais de ocorrência e, o rendimento dos óleos essenciais de folhas de *Platonia insignis* assim como a composição química variável em função dos locais de ocorrência e da sazonalidade. Na metodologia para a caracterização anatômica foram realizadas as técnicas de dissociação de epidermes, secções transversais e longitudinais, e testes microquímicos. A cutícula é espessa, cera epicuticular em crosta, raros tricomas, folhas anfiestomáticas, estômatos paracíticos nas superfícies adaxial e abaxial, com presença de colênquima subepidêmico, e estruturas secretoras freqüentes com diferentes conteúdos. No estudo de caracterização da estrutura anatômica foi constatada variação no número de estratos de tecidos do mesofilo e, identificados caracteres anatômicos considerados comuns as espécies de ocorrência em ambientes xeromórficos como: folhas muito espessas, camada de cera epicuticular compacta, grande quantidade de estômatos e parênquima paliádico bifacial. No estudo químico os óleos voláteis de *Platonia insignis* foram extraídos por hidrodestilação (HD) e destilação-extração simultânea (DES), analisados por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) utilizando sistema Shimadzu QP-2010 Plus. Os resultados evidenciaram que o rendimento de óleo foi pouco significativo, variando de 0,06% no inverno amazônico a 0,07% no verão amazônico. A composição química dos óleos dos espécimes coletados em Bragança e em São Caetano de Odivelas foi similar, caracterizada pela presença de β -cariofileno como principal componente, enquanto os de Mosqueiro foram caracterizados pela presença de α -selineno e β -selineno como componentes majoritários. A análise dos constituintes dos óleos por agrupamento hierárquico evidenciou a ocorrência de dois tipos de óleos, o Tipo I rico em β -cariofileno e o Tipo II rico em selinanos, caracterizando assim a ocorrência de variação química intra-específica de *Platonia insignis*.

Palavras-chave: *Platonia insignis*, Anatomia, Óleos voláteis, Sazonalidade.

ABSTRACT

In this study were analyzed the structure and organization of tissues of the leaves of fifteen specimens of *Platonia insignis*, collected in a high representative of the northeastern state of Para: the town of Benjamin Constant in the municipality of Bragança (5), of São Caetano Odivelas (5) and Mosqueiro Island (5), during the rainy season (winter Amazon) and dry periods (see Amazon) between 2008 and 2010. The objective of this study was to characterize the anatomy through microchemical tests to identify the tissue at the level of light microscopy and the leaf surface in scanning electron microscopy (SEM) and to compare the variation of the volatile components of leaves and oil yield depending on seasonality. The hypotheses for this study were the occurrence of change in the structure at the level of light microscopy and scanning *Platonia insignis* leaves for different places of occurrence, and the yield of essential oils from leaves *Platonia insignis* as well as the chemical composition varies depending on the place of occurrence and season. The methodology for the characterization techniques were performed anatomical dissociation of epidermis, cross sections and longitudinal, and microchemical tests. The cuticle is thick epicuticular wax crust trichomes rares, leaves amphistomatic, paracytic stomata on adaxial and abaxial surfaces, with the presence of collenchyma subepidermal and secretory structures often with different content. In the characterization study of the anatomical structure change was observed in the number of layers of the mesophyll tissues, and identified anatomical features considered common species occurring in environments xeromorphic: leaves very thick, compact layer of epicuticular wax a large number of stomata and palisade bifacial. In the chemical study of volatile oils *Platonia insignis* were extracted by hydrodistillation (HD) and simultaneous distillation-extraction (DES), analyzed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC / MS) system using a Shimadzu QP-2010 Plus. The results showed that the oil yield was negligible, ranging from 0.06% in winter to 0.07% in the Amazon Amazon summer. The chemical composition of oils of specimens collected in Bragança and São Caetano de Odivelas was similar, characterized by the presence of β -caryophyllene as the main component, while the Mosqueiro were characterized by the presence of α - and β -selineno as major components. The analysis of the constituents of oils by hierarchical clustering showed the occurrence of two types of oils, rich in type I β -caryophyllene and selinanos rich in Type II, characterizing the occurrence of intraspecific chemical variation for *Platonia insignis*.

Keywords: *Platonia insignis*, Anatomy, Volatile Oils, Seasonality.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A agricultura itinerante, causadora de tantos transtornos ao meio ambiente, segue como prática predominante na Amazônia Legal e, embora haja o desenvolvimento de tecnologias avançadas de plantio e colheita, o acesso a novas técnicas pelo agricultor amazônico ainda é difícil.

A perspectiva de crescimento de novas áreas de floresta secundária na Amazônia Legal torna-se inevitável, não havendo um aproveitamento adequado dos recursos naturais resultantes da formação desse tipo de vegetação.

Às espécies frutíferas, consideradas como uma alternativa viável para a Amazônia, atualmente são uma das principais fontes de renda da população da região, e garantem o sustento nas diferentes comunidades locais. No Pará, espécies frutíferas com potencial econômico como o açaí, cupuaçu, tucumã, pupunha, bacaba e bacuri incrementam a economia local sob a forma de produtos e subprodutos, disponibilizados pelas indústrias. Desse modo, espécies frutíferas movimentam grande parte da agroindústria, e incentivam a exportação por meio da comercialização de polpas de frutas. No nordeste do Pará, na zona bragantina, o extrativismo vegetal, se destaca como uma importante atividade que mantém o comércio regional.

A espécie *Platonia insignis* Mart., apresenta notável capacidade de regeneração, o que a torna promissora em áreas de floresta secundária. Por brotação espontânea, após o período de pousio, auxilia na produção da agricultura familiar e, beneficia pequenos produtores rurais. É predominantemente encontrada na mesorregião do nordeste paraense, particularmente abundante nas microrregiões do Salgado, Bragantina e Cametá; na mesorregião metropolitana de Belém, a ocorrência maior é nas ilhas de Outeiro, Mosqueiro e Barcarena (NASCIMENTO; CARVALHO; MULLER, 2007).

Levando em consideração sua importância econômica e por representar uma alternativa sustentável para a região, a espécie *Platonia insignis* foi selecionada para a realização do presente estudo, para o qual foram colhidos 15 espécimes procedentes de três áreas de floresta secundária de grande representatividade da Mesorregião do Pará: a) da localidade de Benjamin Constant, no município de Bragança, b) do município de São Caetano de Odivelas e c) da Ilha de Mosqueiro, durante o período chuvoso (inverno amazônico) e no período seco (verão amazônico) entre 2008 e 2010.

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o conhecimento anatômico de *Platonia insignis* utilizando a microscopia ótica e a microscopia eletrônica de varredura e, realizar o estudo químico para determinar o rendimento e a composição dos óleos essenciais voláteis nas folhas em função da sazonalidade.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Determinar a composição química dos óleos essenciais e a estrutura anatômica das folhas de quinze (15) espécimes de *Platonia insignis*, nativos de áreas de floresta secundária do nordeste do Pará.

1.1.2. Específicos

Comparar o rendimento e a composição dos óleos essenciais das folhas de *Platonia insignis* resultantes do período seco (verão amazônico) e chuvoso (inverno amazônico);

Caracterizar a estrutura foliar, identificar apêndices epidérmicos, e os tecidos em nível de microscopia de luz e a superfície foliar em microscopia eletrônica de varredura (MEV) de *Platonia insignis* em três áreas de floresta secundária em função da sazonalidade;

Estabelecer comparações entre a organização tecidual das folhas de espécimes de *Platonia insignis*.

1.2. HIPÓTESES

Existem alterações na estrutura em nível de microscopia ótica e de varredura das folhas da *Platonia insignis* em função dos diferentes locais de ocorrência;

O rendimento dos óleos essenciais de folhas de *Platonia insignis* varia em função dos locais de ocorrência e da sazonalidade;

O perfil químico dos óleos essenciais de folhas de *Platonia insignis* é influenciado em função dos locais de ocorrência e da sazonalidade.

1.3. REFERENCIAL TEÓRICO

1.3.1. Aspectos Biológicos de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)

As florestas secundárias desempenham importantes funções no ecossistema, com destaque para as altas taxas de crescimento florestal, acúmulo de biomassa, benefícios hidrológicos, manutenção da biodiversidade, além de fornecerem diversos produtos tais como: frutos, plantas medicinais ornamentais, forragens para animais e madeira de crescimento rápido com alto valor econômico (DENICH, 1991).

O potencial de uso das espécies arbóreas encontradas em floresta secundária permite aumentar o conhecimento deste tipo de vegetação, dando base a outros trabalhos específicos, assim como fornece subsídios ao manejo dessas áreas, a fim de que a floresta secundária possa vir a servir como uma fonte complementar de renda à agricultura familiar no Estado do Pará (ALVINO; SILVA; RAYOL, 2005).

Souza et al. (2006) ressaltaram que a maioria das florestas tropicais nativas da Amazônia, são exploradas de forma não sustentável, sem aplicação dos critérios de sustentabilidade do manejo florestal, levando a perda da cobertura florestal e da diversidade de espécies, antes mesmo que se tenha o conhecimento dessa riqueza natural.

Uma das áreas mais antigas da colonização do nordeste do Pará, Bragança, zona do salgado paraense foi considerada por Vieira, Toledo e Almeida (2007) um mosaico de capoeiras com diferentes graus de sucessão vegetal, culturas agrícolas e áreas de pastagem. Além das culturas agrícolas e áreas de pastagens, encontram-se grandes áreas de florestas secundárias com muitos bacurizeiros denominadas de “bacurizais”.

Clássicos da literatura registram o bacurizeiro designado taxonomicamente por Manoel Arruda da Câmara em 1816, com o táxon *Moronobea*, espécie *Moronobea esculenta* Arruda da Câmara. Porém, em 1832, o botânico Von Martius denominou o gênero de *Platonia*, validado então como *Platonia insignis*.

Loureiro et al. (1979) relataram 28 sinônimos para se reportar ao bacurizeiro. Quanto ao significado do termo genérico *Platonia*, trata-se de uma homenagem ao filósofo grego Platão, o epíteto específico *insignis* significa notável, ou seja, atribuiu-se ao porte majestoso da planta (RIZZINI, 1983).

As propriedades da madeira do bacurizeiro foram descritas por Mainieri e Loureiro (1964) e Mainieri e Chimelo (1989) como moderadamente pesada e compacta, dura ao corte,

de textura grossa com alta resistência ao apodrecimento e ataque de cupins, e considerada não domesticada por Giacometti (1990).

A origem do bacurizeiro é provavelmente do Estado do Pará, portanto é uma espécie arbórea nativa da Amazônia; a partir desse Estado se dispersou em direção ao Nordeste do Brasil, alcançando o cerrado e os chapadões dos Estados do Maranhão e do Piauí, onde forma povoamentos densos em áreas de vegetação secundária; na direção Sul atingiu Tocantins e Mato Grosso até o Paraguai (CAVALCANTE, 1996).

Os estudos morfológicos e anatômicos, com germinação de frutos e plântulas, sementes e folhas de *Platonia insignis* foram realizados respectivamente por Mourão e Girnos (1994) e Mourão e Beltrati (1995a, 1985b, 1985c).

Cavalcante (1996) descreveu o bacurizeiro como uma árvore de médio e grande porte medindo de 15 a 25m de altura, seu fruto como uma baga volumosa, uniloculada de formato ovóide a arredondado ou subglobosa, de tamanho variável, com diâmetro variando entre 7 e 15 cm e peso médio entre 350 e 400 g; algumas plantas produzem frutos que podem alcançar até 1000 g e, Villachica (1996) considerou o bacuri como uma das frutas promissoras da Amazônia.

Quanto à polinização do bacurizeiro, Maués e Venturieri (1996) afirmaram que Psitacidae, Coerebidae, Icteridae e Thraupidae são polinizadoras, e consideram os psitacídeos como mais frequentes e abundantes.

O bacurizeiro, abundante em floresta secundária, é um exemplo do potencial para manejo produtivo das florestas secundárias por sua importância para as populações locais (REIS JÚNIOR; VIEIRA; OLIVEIRA, 2000).

A espécie é também caracterizada por seu uso múltiplo, sendo utilizada em outros produtos além do fruto, como a madeira para diversos usos; látex na medicina popular para tratamento de doenças de pele (RIOS et al., 2001).

O bacurizeiro integra o ciclo de cultivo itinerante das culturas anuais em algumas comunidades da microrregião bragantina, exercendo um papel fundamental na regeneração da vegetação das áreas deixadas para pousio (MEDINA; FERREIRA, 2004).

O crescimento das árvores do bacurizeiro a partir da semente é difícil e demorado, nessa área, os agricultores manejam as plântulas que brotam espontaneamente logo após a derrubada da floresta ou depois que as roças são deixadas em pousio nas florestas secundárias, desbastando as plântulas, deixando as mais vigorosas para crescerem com menor competição (FERREIRA; MEDINA, 2004).

O bacurizeiro floresce de junho a agosto, e o seu fruto aparece nos mercados de Belém entre janeiro e abril. A safra varia em diferentes regiões, prolongando o seu fornecimento no mercado. No início, a comercialização acontece na região das ilhas, mais especificamente no Marajó, que abastece Belém e depois a Zona Bragantina (SHANLEY; MEDINA, 2005).

Bezerra et al. (2005) em uma revisão sobre o fruto do bacurizeiro, abordaram aspectos de produção, mercado, características nutricionais, composições químicas e físico-químicas, conservação e a utilização industrial, considerando a fruta como uma excelente alternativa para o mercado de frutos exóticos. Além da utilização da polpa, seu principal produto, existe ainda a possibilidade de aproveitamento de sua casca para a elaboração de produtos como sorvetes, cremes e doces. O uso da polpa congelada, e a forma de comercialização nas grandes redes de supermercados de Belém, São Luís e Terezina, atingem preços superiores aos de outras frutas tropicais de valor estabelecido como o cupuaçu, o cajá, a goiaba e a graviola (MUNIZ et. al., 2006).

Batista e Jardim (2006) determinaram o período de floração e frutificação do bacurizeiro no município de Bragança. O estágio de plena floração aconteceu em agosto e, se estendeu até o mês de dezembro em diferentes fenofases, coincidindo com o período de estiagem da região; para voltarem a florescer de abril até julho e a frutificação até março durante o período chuvoso.

De acordo com Carvalho e Muller (2007) o bacurizeiro apresenta reprodução sexuada (sementes) e assexuada (brotações oriundas de raízes), essa última facilita a regeneração natural em áreas de vegetação secundária, e a regeneração predominantemente se processa a partir de brotações de raízes.

Apesar do elevado potencial econômico da espécie, pouco tem sido feito para o conhecimento e uso do bacurizeiro, tanto na área de coleta, conservação, caracterização e avaliação de germoplasma; ou ainda no melhoramento genético, que visem o desenvolvimento de cultivares, no manejo cultural, com o objetivo de desenvolver práticas adequadas de cultivo e de manejo (SOUZA; VASCONCELOS; ARAÚJO, 2007).

Santana, Carvalho e Nascimento (2008) submeteram genótipos do bacurizeiro a diferentes processamentos analíticos e, observaram que houve uma variação na polpa do fruto em amostras do Pará, com diversas possibilidades de aproveitamento tanto in natura como na indústria.

Carvalho e Nascimento (2008) caracterizaram os frutos de bacurizeiros em áreas de vegetação secundária e, observaram que a espessura da casca, o peso do fruto, número de

sementes e de segmentos partenocárpicos, rendimentos percentuais de casca, polpa, sementes e restos placentários, apresentam expressivas variações fenotípicas, que se manifestavam na coloração das flores e nas características dos frutos.

Os pontos de ocorrência do bacurizeiro na Mesorregião do Nordeste do Pará, de acordo com Matos (2008) são microrregiões do Salgado: Bragantina, Cametá, Tomé-Açu e Guamá, fragmentos de floresta secundária são do tipo oligárquico, sendo considerado dominante nessas microrregiões, particularmente nas três primeiras. O bacurizeiro prolifera em multiplicidade de tipos que se distinguem entre si pela coloração das flores, tamanho, cor e formato do fruto; espessura da casca, tamanho das sementes, número de sementes por fruto e rendimentos percentuais de casca, polpa e sementes, entre outras características.

Ferreira (2008) propôs o uso do fruto do bacurizeiro como uma alternativa viável para promover o desenvolvimento sustentável na região Nordeste do Pará, levando em consideração os aspectos biológicos da espécie. Afirmou ainda, que a manutenção de áreas para produção do fruto, com aplicação de tratamentos silviculturais de fácil execução, auxilia na preservação do ambiente florestal, gera benefícios financeiros para famílias rurais, além de colaborar na diversificação da dieta alimentar, o que promoverá benefícios gerais de ordem ambiental.

O bacurizeiro desempenha ainda um papel importante na produção de biomassa, sendo que a abundância de indivíduos torna relevante seu manejo para a conservação de áreas com dominância da espécie (JÚNIOR, 2009).

1.3.2. Considerações Taxonômicas

Posição taxonômica: *Platonia insignis* Mart. Guttiferae Jussieu, Gen. Pl. 255 (1789) nom. cons. Clusiaceae Lindl. Nat. Syst. Bot., ed. 2: 74 (1836), nom. cons. nom. alt.

A família Clusiaceae apresenta aproximadamente 1000 espécies subordinadas a 47 gêneros dispersos em regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, cerca de 20 gêneros e 183 espécies estão espalhados em diferentes regiões (BARROSO et al., 2002; BRUMMIT, 1992; CRONQUIST, 1981).

As Clusiaceae são plantas primariamente lenhosas, arbóreas ou arbustivas, lactescente ou não, com folhas inteiras de disposição alterna, oposta ou verticiladas, sem estípulas, com flores geralmente vistosas isoladas, ou reunidas em inflorescência. Flores cíclicas ou

hemicíclicas, geralmente hermafroditas, ou de sexo separado, de simetria radial (JOLY, 1993).

O gênero *Platonia* Martius pertence à subfamília Clusioideae, tribo Moronobeeae.

De acordo com Barroso et al. (2002) no Brasil a família Clusiaceae apresenta 20 gêneros e 183 espécies distribuídas em diferentes regiões e tem aproximadamente 17 gêneros e mais de 50 espécies na Região Amazônica.

A família Clusiaceae apresenta como gêneros mais representativos: *Clusia*, *Kielmeyera*, *Tovomita* e *Vismia*, amplamente distribuídos, especialmente na região Amazônica (ANDRADE et al., 2002).

Nas capoeiras, o bacurizeiro pode atingir cerca de 30 m de altura variando de 2 a 6 m de diâmetro quando cortadas apresentam leite vermelho amarelado que, ao secar, torna-se cristalizado, suas folhas opostas, com cerca de 5 a 10 cm de comprimento por 5 a 7 cm de largura, são simples, oblongas ou podem apresentar formato elíptico, com ápice e base agudos. A margem inteira, ligeiramente ondulada e lisa em ambas as faces, apresenta nervuras secundárias muito próximas, distante umas das outras em 0,1 cm. O pecíolo mede aproximadamente 0,7 cm de comprimento, as flores são solitárias, de cor rosa avermelhada, com 3,5 cm de comprimento; o fruto é globoso-ovalado, amarelo-esverdeado, medindo cerca de 10 cm de comprimento e possui uma resina muito espessa e pegajosa; a semente é angulosa, com cerca de 4 a 6 cm de comprimento e em número de 1 a 5 por fruto (RIOS et. al., 2001).

O cálice dissépalo, tentâmero, corola do tipo rosaceae, com pétalas carnosas, androceu com numerosos estames dispostos em cinco feixes, com estames simples, gineceu sincárpico, pluricarpelar, estilete terminal, estigma ramificado e ovário plurilocular (MAUÉS e VENTURIERI, 1996; BATISTA e JARDIM, 2005).

1.3.3. A Anatomia da Família Clusiaceae

Para a realização desta pesquisa foram consultadas bases teóricas clássicas e atuais, consideradas relevantes, inseridas de acordo com o tema proposto.

Os clássicos de Solereder (1908) e Metcalfe e Chalk (1950, 1957, 1979) foram pioneiros no estudo dos caracteres anatômicos de espécies de Clusiaceae, remetendo-se a ductos esquizógenos na folha próximos aos feixes vasculares ou de modo independente no mesofilo e, no caule, podendo estar presentes no córtex, no floema e na medula.

Para Esaú (1972, 1974) espécies de Clusiaceae apresentam grandes e abundantes células parenquimáticas secretoras, localizadas nos tecidos vasculares e fundamentais da folha, mas com conteúdo não especificado.

Fahn (1982, 1988, 2000) definiu os óleos essenciais como produtos naturais elaborados pelas plantas e armazenados em estruturas anatômicas altamente especializadas, como tricomas glandulares, células oleíferas, cavidades secretoras, ductos e laticíferos. No que se refere aos tecidos secretores, este trabalho adotou a definição do autor supracitado, a qual interpreta que esses usualmente, podem ser classificados de acordo com as substâncias produzidas, mas como o mesmo tecido pode produzir um número diferente de substâncias sua classificação se faz complexa. As estruturas secretoras internas de aspecto isodiamétrico foram denominadas de cavidades, e as alongadas de canais ou ductos que podem estar isolados ou anastomosados.

Cronquist (1981) considerou como uma das características anatômicas marcantes da família Clusiaceae, a presença de canais e ductos secretores esquizógenos, em todos os tecidos, onde são elaborados e secretados diversos metabólitos secundários.

Metcalf e Chalk (1983) afirmaram que as estruturas secretoras, e o material secretado pelas plantas, podem fornecer importantes contribuições para a anatomia sistemática e, ainda, que os tricomas não são comuns nas espécies da família Clusiaceae.

De Paula (1974) estudou a morfologia, anatomia, e quantificação dos apêndices epidérmicos de 37 espécies da família Clusiaceae, dentre essas *Platonia insignis*, foi considerada anfiestomática, com estômatos na epiderme adaxial e abaxial.

Machado (1980) descreveu a anatomia das folhas de duas variedades do gênero *Clusia*: *Clusia* var. *lanceolata* e *Clusia lanceolata* var. *oblongifolia*, observando hipoderme adaxial, parênquima dorsiventral, ductos secretores esquizógenos e drusas de oxalato de cálcio, entre outros caracteres anatômicos gerais da família Clusiaceae.

Mourão e Girnos (1994) analisaram a morfo-anatomia das folhas de *Platonia insignis*; Mourão e Beltrati (1985a; 1985b; 1985c) a estrutura morfo-anatômica dos frutos, plântulas e sementes de *Platonia insignis* em desenvolvimento, e em frutos e sementes maduros e ainda, os aspectos morfológicos e anatômicos no estágio de plântulas.

No pecíolo e limbo dos caules e folhas de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Clusiaceae), foram identificados derivados fenólicos, principalmente nas estruturas secretoras, além de cristais de oxalato de cálcio (drusas), especialmente nas regiões das nervuras de menor calibre (JÚNIOR et al., 2005).

Na histoquímica e anatomia das folhas de *Calophyllum brasiliense* Cambess, Mundo (2007) identificou caracteres anatômicos como: cutícula granulosa, parede anticlinal espessa, mesofilo dorsiventral, estômatos anomocíticos, tricomas glandulares pluricelulares, feixes vasculares colaterais, verrugas suberizadas na superfície da folha, substâncias como amido e principalmente compostos fenólicos.

Nas folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess., Nery (2007) verificou que a espécie apresentou parênquima paliçádico desenvolvido com 2 a 3 estratos de células alongadas, considerado como um padrão clássico de resposta de adaptação das plantas à alta intensidade luminosa. A plasticidade fenotípica observada na espécie supracitada foi atribuída aos diferentes níveis de luminosidade e de sombreamento, relacionadas à densidade estomática e, ao diâmetro equatorial dos estômatos, sendo o parênquima paliçádico o tecido com maior plasticidade foliar.

Fernandes (2007) estudou os aspectos anatômicos e histoquímicos de 14 espécies do gênero *Clusia*, oriundas da Mata Atlântica, restinga e da floresta Amazonica. Em secção transversal da lâmina foliar as principais diferenças observadas entre as espécies foram: no número de camadas dos tecidos do mesofilo, espessura e forma da nervura principal, na cutícula, na proporção de espaços intercelulares no parênquima lacunoso, e no número de feixes vasculares na nervura principal. No estudo histoquímico das 14 espécies de Clusiaceae foram evidenciados compostos lipofílicos e látex, localizados no interior dos ductos secretores; foram ainda identificados açúcares redutores, grãos de amido principalmente ao redor do cilindro vascular da nervura principal e, compostos fenólicos em praticamente todos os tecidos da lâmina foliar.

De acordo com a literatura, espécies de Clusiaceae apresentam expressiva plasticidade foliar. Tomando-se como exemplo a espécie *Clusia fluminensis* Planch e Triana estudada por Silva, Paiva e Moraes (2008) nos tecidos da raiz adventícia e do caule; por Pinheiro e Paiva (2008) na caracterização anatômica de seus órgãos vegetativos, e ainda por Castro, Mantuano e Callado (2008) com a análise da variação fenotípica nas folhas de *Clusia fluminensis*, dentre os parâmetros foliares de luz relataram diferenças significativas quanto à altura da cutícula, estratos cuticulares, espessura total da lâmina foliar, parênquima paliçádico, frequência estomática, área foliar.

Bernardes et al. (2009) observaram em *Kielmeyera coriacea* Mart. caracteres anatômicos comuns à família Clusiaceae tais como: células poliédricas com paredes espessas, com estômatos anomocíticos e paracíticos, mesofilo homogêneo, com uma camada de

parênquima paliçádico na região abaxial e, outra na região adaxial separados por parênquima lacunoso (parênquima bifacial), feixe vascular do tipo colateral, ductos resiníferos dispersos no parênquima cortical e medular, e a consideraram portadora de critérios adaptativos a ambientes hostis.

Estudos com sementes e frutos de espécies de Clusiaceae realizados por Mourão e Marzinek (2009) abordaram aspectos morfoanatômicos dos frutos e sementes de *Clusia parviflora* (Saldanha) Engl., e Campana, Mourão e Marzinek (2010) seguindo a mesma linha de pesquisa, a morfo-anatomia e ontogênese dos frutos e sementes de *Clusia lanceolata* Cambess., em diferentes estádios de crescimento.

1.3.4. A Química da Família Clusiaceae

Bennet e Lee (1989), Gottlieb e Gabriel (1972) e Delle Monache et al. (1984) identificaram em espécies de Clusiaceae metabólitos como benzofenonas, xantonas, terpenos e esteróides. Do mesmo modo Cardona et al. (1990) identificaram xantonas em várias espécies pertencentes à família Clusiaceae. As xantonas existentes na composição química das espécies de Clusiaceae, pode se atribuir propriedades antiinflamatórias, antileucêmica, antitumoral, anti-hepatotóxica, antiulcerogênica, antiviral (herpes), antifúngica, estimulante do miocárdio e do sistema nervoso central, hipertensora, antimicrobiana, analgésica, bactericida e imunossupressora, o que evidenciou o potencial desses metabólitos especiais como agentes medicinais (GOTTLIEB; GABRIEL, 1972).

Para Scio (2004) os principais constituintes químicos presentes em espécies de Clusiaceae são as xantonas simples e preniladas identificadas por Bennett e Lee (1989); Guilet et al. (2001); Guilet et al. (1999); McKee et al. (1998). As cumarinas e os flavonóides foram isolados por Goh et al. (1992) e triterpenos Cao et al. (1997).

O gênero *Clusia* apresentou em sua composição química substâncias como: benzofenonas poliisopreniladas obtidos de folhas, frutos, de raízes, e látex e resinas de flores e ainda triterpenos pentacíclicos (PORTO et. al., 2000).

Cruz e Teixeira (2004) e Teixeira e Cruz (2005) identificaram em *Clusia obdeltifolia* benzofenonas com ciclização complexas dos substituintes isopentenil e lavandulil, benzofenonas poliisopreniladas, além de benzofenonas.

Noldin, Isaías e Filho (2006) identificaram a composição química de espécies do gênero *Calophyllum* e suas propriedades biológicas. A espécie *Calophyllum brasiliense* se destacou por apresentar ação antibacteriana, antifúngica, citotóxica, inibitória da promoção de tumor e tem em sua constituição metabólitos derivados de xantonas, cumarinas, flavonóides e

terpenos; e *Calophyllum inophyllum* por usos medicinais e ornamentais, com propriedades terapêuticas.

As espécies de Clusiaceae exibem forte tendência ao acúmulo de substâncias fenólicas como quininas, xantonas, flavonóides, derivados de floroglucinol, benzopiranos, benzofenonas, ácidos fenílicos e taninos os quais frequentemente, são responsáveis pelos efeitos medicinais dos seus representantes (NOR, 2006).

O gênero *Hypericum* foi considerado como um dos mais importantes por Dourado e Ladeira (2008), por isso selecionaram para estudo químico caules e folhas de *Hypericum cordatum* (Vell.) N. Robson, espécie ocorrente no cerrado das regiões Sudeste e Sul do Brasil, para análises da composição dos óleos essenciais e, isolar flavonóides, floroglucinóis, xantonas e hipericina.

Para Guimarães et al. (2008) a relevância dos compostos presentes em espécies de Clusiaceae, se deve a sua notória atividade Anti – HIV, Anti – Câncer, além de serem utilizados na composição do AZT, fato que tem despertado o interesse pelo estudo do gênero *Clusia* em diferentes ecossistemas.

A composição dos voláteis presentes na polpa dos frutos de *P. insignis* foi analisada por Alves e Jennings (1979), na qual foram identificados como principais constituintes: heptano, linalol, óxido de cis-linalol, óxido de trans-linalol. Além desses, os componentes: 2-hepteno, 2-pentanona, 2-heptanona, 2-nonanona, γ -terpineno, furfural, acetato de cis-hexenila e dodecanoato de metila também foram identificados. Villachica et al. (1996) identificaram ainda o linalol como o principal componente existente na polpa dos frutos de *P. insignis*, além de 2-heptanona e acetato de cis-3-hexenila.

Boulanger et al. (1999) identificaram na fração livre da polpa de frutos de *P. insignis* os principais voláteis: linalol, furanóxido de (Z)-linalol, furanóxido de (E)-linalol, hotrienol, piranóxido de (Z)-linalol, piranóxido de (E)-linalol, geraniol, 2,6-dimetil-octa-3,7-dien-2,6-diol (isômero 2), 2,6-dimetil-octa-1,7-dien-3,6-diol, (E)-2,6-dimetil-octa-2,7-dien-1,6-diol e (Z)-2,6-dimetil-octa-2,7-dien-1,6-diol.

Borges e Rezende (2000) ressaltaram que o linalol é o principal responsável pelo aroma floral intenso de *P. insignis* e, que o hexanoato de metila fornece o aroma do fruto.

Boulanger e Crouzet (2001) utilizaram a técnica destilação- extração simultânea (DES), para identificar os componentes voláteis da polpa de *P. insignis*, e obtiveram como principais componentes o linalol, os óxidos furânicos do linalol, α -terpineol, hotrienol, óxido de nerol, nerol e geraniol.

1.4. REFERÊNCIAS

- ALVES, S. M.; JENNINGS, W. G. Volatiles composition of certain Amazonian fruits. **Food Chemistry**, v.4, p.149-159, 1979.
- ALVINO, F. O.; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**. v. 35, n.4, p. 413-420, 2005.
- ANDRADE, V. C. DE; MARIZ, G.; CAVALCANTE, L. H.; ANDRADE, L. H. C. Distribuição das espécies do gênero *Clusia* L. (Clusiaceae) Pernambuco In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M. C. (Org). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife Pernambuco: Sectma-Fundaj. 2002. 722p.
- BARROSO, G. M. PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. São Paulo: LTC/ EDUSP, 2002. v. 1. p.139.
- BATISTA, F.de J; JARDIM, M. A. G. Notas sobre a morfologia floral e a fenologia do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart) (Clusiaceae), no Município de Bragança, Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais. Belém, v. 1. n.1. p: 183-186, 2006.
- BENNET, G. J.; LEE, H. H. Xanthonenes from Guttiferae. **Phytochemistry** v. 28, p. 967-998, 1989.
- BERNARDES, V.; MALTA, P.; SOARES, N.; RAMALHO, P. R., S.; FIGUEIREDO, A. D. L. Caracterização anatômica de folhas adultas de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.) – Clusiaceae In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL. 12., Fortaleza-Ceará. **Anais...** Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009.
- BEZERRA, G. S. A.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. DE S. M. Potencial Agrônômico do Bacuri-Revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 47-58, 2005.
- BORGES, E. S.; REZENDE, C. M. Main aroma constituents of Genipap (*Genipa americana* L.) and Bacuri (*Platonia insignis* Mart.). **Journal of Essential Oil Research**, n.12, p. 71-74, 2000.
- BOULANGER, R.; CHASSAGNE, D.; CROUZET, J. Free and bound flavour components of Amazonian fruits. Bacuri. **Flavour Fragrance Journal**, v.14, p. 303-311, 1999.
- BOULANGER, R.; CROUZET, J. Changes of volatiles compounds during heating of bacuri pulp. **Journal Agricultural and food chemistry**, v. 49, n.12, p 5911–5915, 2001.
- BRUMMIT, R. K. **Vascular plant families and genera**. Kew: Royal Botanic Garden. 1992. 800p.

- CAMPANA, R. C.; MOURÃO, K. S. M.; MARZINEK, J. Morfoanatomia e ontogênese dos frutos e sementes de *Clusia lanceolata* Cambess. (Clusiaceae) **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.32, n.4, 2010.
- CAO, S. G.; SIM, K. Y.; GOH, S. H.; XUE, F.; MAK, T. C. W. Gracilipene: a heterocyclic sec-trisnor-oleano from *Calophyllum gracilipes* (Guttiferae). **Tetrahedron Letters**, n.38, p.4783-4786, 1997.
- CARDONA, L.; PEDRO, J. R.; SERRANO, A; MUNOZA, M. C.; SOLANS, X. Spiroterpenoids from *Hypericum reflexum*. **Phytochemistry**, v. 29, n. 9, p. 3003-6, 1990.
- CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Propagação do bacurizeiro. In: LIMA, M. C. (Org.). **Bacuri** (*Platonia insignis* Mart.-Clusiaceae): **Agrobiodiversidade**. São Luis: IICA, 2007. p. 29-46.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Características físicas e físico-químicas de frutos de bacurizeiros de uma população natural no Município de Carutapera, MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 20, ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54th, Vitória. **Anais...** Vitória: Centro de Convenções, 2008.
- CASTRO, L. F.; MANTUANO, D.; CALLADO, C. H. Variação fenotípica da folha de *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (CLUSIACEAE) Na restinga da Barra de Maricá. RJ. In: JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 27., **Resumos...** Botânica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico, 2008.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: Cejup, 6. Edição, 1996, 279p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981, 1262p..
- CRUZ, F. G.; TEIXEIRA, J. S. R. Polyisoprenilated benzophenones with a tricyclo 4.3.1.1 undecane skeleton from *Clusia obdeltifolia*. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 15, p. 504-508, 2004.
- DELLE MONACHE, G.; DELLE MONACHE, F.; WATERMAN, P.G.; CRICHTON, E. G.; LIMA, R.A. de. Minor xanthones from *Rheedia gardneriana*. **Phytochemistry**, v. 23, p.1757-1759, 1984.
- DENICH, M. **Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental brasileira**. Tese (Doutorado) - Universidade Georg August de Göttingen, London, 248p., 1991.
- DE PAULA, J. E. Estômatos de Guttiferae. Estudo morfológico dimensional e quantitativo. **Acta Amazonica**, v. 4, n. 3, p. 23-39, 1974.
- DOURADO, R. S.; LADEIRA, A. M. Identificação de flavonóides em *Hypericum cordatum* (Vell.) N. Robson (Clusiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. v.31, n. 4, p. 611-620, 2008.

ESAU, K. **Anatomia vegetal**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1972.

_____. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

FAHN, A. **Anatomia vegetal**. Madrid: H. Bumes, 1982.

_____. Secretory in vascular plants. **New Phytology**, v. 108, p. 229-257, 1988.

_____. **Structure of function of secretory cell**. *Advanced in botanical research*, v. 31, p. 37-75, 2000.

FERNANDES, S. D. C. **Morfologia, anatomia, histoquímica e aspectos fisiológicos da lâmina foliar de espécies de *Clusia* (Clusiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, 148p., 2007.

FERREIRA, M. S. G. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) em florestas secundárias: possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense**. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 245p., 2008.

FERREIRA, S.; MEDINA, G. Bacuri: Ouro no mercado: delícia na boca. In: LOPEZ, C.; SHANLEY, P. L.; FANTINI, A. (Org). **Riquezas da floresta: Frutas plantas medicinais e artesanato na América**. Bogor, Indonésia: CIFOR, p. 5-8. 2004.

GIACOMETTI, D. C. Domesticação de espécies frutíferas da Amazônia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35., Manaus, **Anais...** Brasília: DF. IBAMA, p. 117-124. 1990.

GOH, S. H.; JANTAN, I.; WATERMAN, P. G. Neoflavonoid and biflavonoid constituents of *Calophyllum inophylloide*. **Journal of Natural Products**, n.55, p.1415-1420, 1992.

GOTTLIEB, O. R.; GABRIEL, S.J. Tovoxanthone from *Tovomita choisyana*. **Phytochemistry**, v. 11, p. 3035-3036. 1972.

GUILET, D.; HÉLESBEUX, J. J.; SERAPHIN, D.; SEVENET, T.; RICHMME, P.; BRUNETON, J. Novel cytotoxic 4-phenylfuranocoumarins from *Calophyllum dispar*. **Journal of Natural Products**, n.64, p.563-568, 2001.

GUILET, D.; MOREL, C.; NOYER, N.; CORNEC, M.; SERAPHIN, D.; WIART, C.; HADI, A. H. A.; SEVENET, T.; RICHOMME, P.; BRUNETON, J. Four new 4-phenylcoumarins from *Calophyllum dispar* isolation and hemisynthesis. **Heterocycles**, n.51, p. 67-76, 1999.

GUIMARÃES, A. G.; SANTOS, M. M.; BISPO, R. M.; SAMÍZIA, M. F. M.; RIBEIRO, A. S.; MORAES, V. R. S.; FERREIRA G.; LEÃO, K. V. Triterpenos pentacíclicos de *Clusia sellowiana* (Clusiaceae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP, 2008.

JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal**. Companhia Editora Nacional, 1993. 777p.

- JUNIOR, R. C. C. **Efeitos de tratamentos silviculturais na dinâmica de *Platonia insignis* Mart. Bacurizeiro (Clusiaceae) em florestas secundárias no nordeste do Pará, Brasil.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 52p., 2009.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazonia.** Manaus: CNPQ/INPA, 1979. 245p.
- MACHADO, M. M. P. **Estudo sobre a anatomia foliar de *Clusia lanceolata* Cambess.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 87p., 1980.
- MAINIERI, C.; LOUREIRO, A. A. Madeiras de *Simphonia globulifera* L., *Platonia insignis* Mart., *Moronobea coccinea* Aubl. e *Moronobea pulchra* Ducke (Guttiferae): Estudo anatômico macro e microscópico, como contribuição para a sua identificação. Belém: CNPq, 1964. 27p. (INPA-Publicação 18).
- MAINIERI, C; CHIMELO, J. P. **Fichas de características de madeiras brasileiras.** 2.ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
- MATOS, G. B. **Valorização de produtos florestais não madeireiros: o manejo de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.) nativos das mesorregiões do nordeste paraense e do Marajó.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, 112p., 2008.
- MAUÉS, M. M.; VENTURIERI, G. C. **Ecologia da polinização do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) Clusiaceae.** Belém: EMBRAPA, CPATU, 1996. 24p. (Boletim de Pesquisa 170).
- MCKEE, T. C.; COVINGTON, C. D.; FULLER, R. W.; BOKESH, H. R.; YOUNG, S.; CARDELINA II, J. H.; KADUSHIN, M. R.; SOEJARTO, D. D.; STEVENS, P. F.; CRAGG, G. M.; Boyd, M. R. Pyranonocoumarins from tropical species of the genus *Calophyllum*: A chemotaxonomic study of extracts in the National Cancer Institute Collection. **Journal of Natural Products**, n. 61, p. 1252-1256, 1998.
- MEDINA, G.; FERREIRA, S. Bacuri: O Fruto Amazônico que Virou Ouro. In: ALEXIADES, M.; SHANLEY, P. (Orgs.). **Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación.** London: Earthscan, 2004, p. 202-216.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Oxford: Clarendon Press, 1950, v. 2. 1500p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses.** Oxford: Clarendon Press, 1957. 1500p.
- METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons.** Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. 2.ed. Oxford: Clarendon Press, 1979. v. 1, 294 p.
- MOURÃO, K. S. M. **Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae).** 1992. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, 1992.

- MOURÃO, K. S. M.; GIRNOS, E. C. Estudo morfo-anatômico das folhas de *Platonia insignis* (Clusiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n.1, p. 101-110, 1994.
- MOURÃO, K. S. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). I. Aspectos da anatomia dos frutos e sementes em desenvolvimento. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1-2, p. 11-32, 1995a.
- _____; _____. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)- II Aspectos da anatomia dos frutos e sementes maduras. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1-2, p. 33-46, 1995b.
- _____; _____. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)-III Germinação e plântulas. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1-2, p. 47-53, 1995c.
- _____; MARZINEK, J. Ontogênese do fruto de *Clusia parviflora* Humb. & Bonpl. ex Willd. (Clusiaceae). **Acta Botanica Brasilica**. [online]. v.23, n.3, p. 797-804. 2009.
- MUNDO, S. R. **Caracteres morfoanatômicos de folha e caule de espécies brasileiras de uso medicinal: *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae), *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae) e *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 65p., 2007.
- MUNIZ, A. L. V.; ESQUERDO, L. N.; RIBEIRO, M. S.; SILVA, M. F. F.; PINHEIRO, K. A. O; ALVINO, F. O.; ARAÚJO, E. L. S.; JUNIOR, R. C. C. Dinâmica de floresta secundária com e sem tratamento silvicultural para fins de manejo no Nordeste Paraense. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.2, n.4, p 53-65, 2007.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Ocorrência e distribuição geográfica do bacurizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [online], v. 29, n.3, p. 657-660, 2007.
- NERY, F. C., ALVARENGA, A. A.; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Nota Científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, suplemento, 2, p. 129-131, 2007.
- NOLDIN, V. F., ISAIAS, D. B., FILHO, V. C. Gênero *Calophyllum*: importância química e farmacológica *Calophyllum* genus: chemical and pharmacological importance. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.3, p. 549-554, 2006.
- NOR, C. **Análise química e taxonômica do gênero *Hypericum* e avaliação da atividade antiangiogênica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 166p, 2006.
- PINHEIRO, F. R., PAIVA, S. R. *Clusia fluminensis* Planch & Triana: **Caracterização anatômica de estruturas vegetativas de indivíduos de diferentes localidades**. Trabalho de Iniciação Científica - Universidade Federal Fluminense RJ, 2009.
- PORTO, A. L.; MACHADO, S. M.; DE OLIVEIRA, C. M.; BITTRICH, V.; AMARAL, M. C.; MARSAIOLI, A. J. Polyisoprenylated benzophenones from *Clusia* floral resins. **Phytochemistry**, v. 55, p. 755-768, 2000.

- REIS JUNIOR, O.; VIEIRA, P. R.; OLIVEIRA, L. C. Tratamento silvicultural de *Platonia insignis* Mart. Bragança - PA. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. Belém. **Resumos...** Belém: FCAP, EMBRAPA, p 185 - 187. 2000.
- RIOS, M.; MARTINS-DA SILVA, R. C. V.; SABOGAL, C.; MARTINS, J.; SILVA, R. N.; BRITO, R. R.; BRITO, I. M.; BRITO, M. de F. C.; SILVA, J. R.; RIBEIRO, R. T. **Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia Brasileira.** Belém: CIFOR, 2001. 54 p.
- RIZZINI, C. T.; RIZZINI, C. M. **Dicionário botânico clássico latino-português.** Rio de Janeiro: IBDF, Jardim Botânico, 1983. 116p. (Série Estudos e Contribuições, 2).
- SANTANA, M. F. S.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Determinação de parâmetros físico-químicos da polpa em genótipos de bacuri (*Platonia insignis* Mart.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE METODOLOGIAS DE LABORATÓRIO, 13., Belém, PA. Responsabilidade social corporativa: ecoeficiência nas práticas laboratoriais. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p. 129-130.
- SCIO, E. Cumarinas encontradas no gênero *Kielmeyera* –família Clusiaceae. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 85, n.1, p. 27-31, 2004.
- SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Belém: **CIFOR**, Imazon, 2005. 300p.
- SILVA, M. C. A.; PAIVA, S. R.; MORAES, M. G. Estudo anatômico do caule e raiz adventícia de *Clusia fluminensis* Planch & Triana. In: JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 27., Rio de Janeiro. **Resumos.** Botânica... Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico, 2008.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons.** Oxford: Clarendon Press, 1908. 1183p.
- SOUZA, D. R. S.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada Amazônia Oriental 1. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.75-87, 2006.
- SOUZA, V.A.B.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAÚJO, E.C.E. Recursos genéticos do bacurizeiro na região do meio norte. In: LIMA, M. C. (Org). Bacuri (*Platonia insignis* Mart.- Clusiaceae): **Agrobiodiversidade.** São Luis: IICA, 2007. p. 65-101.
- TEIXEIRA, J. S. R.; CRUZ, F. G. Polyisoprenilated benzophenones derivatives from *Clusia obdeltifolia*. **Tetrahedron Letters**, v. 46, p. 2813-2816, 2005.
- VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; ALMEIDA, A. Análise das modificações da Paisagem da Região Bragantina, no Pará. Integrando diferentes escalas de tempo. **Revista Ciências e Cultura (SBPC)**, v. 59, p. 27-30, 2007.
- VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H., DIAZ, S. C., ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promosoras de la Amazonia.** Lima: Tratado de Cooperación Amazônica. Secretaria Pró-Tempore, 1996, p.152-156. (Publicaciones, 44).

2. CARACTERIZAÇÃO DA ANATOMIA FOLIAR DE ESPÉCIMES DE *PLATONIA INSIGNIS* MART. (CLUSIACEAE) NATIVOS DE TRÊS ÁREAS DE FLORESTA SECUNDÁRIA DO NORDESTE DO PARÁ.

RESUMO: A espécie *Platonia insignis* Mart. apresenta grande importância econômica no Estado do Pará, especialmente na zona do Salgado, na qual o extrativismo vegetal é considerado como uma das principais fontes de renda para a população. Para complementar o conhecimento biológico da espécie, foi realizado o estudo de caracterização anatômica das folhas de *Platonia insignis* para o qual foram selecionados quinze espécimes procedentes de três áreas de floresta secundária do nordeste do Pará: da localidade de Benjamin Constant, Município de Bragança (5); do Município de São Caetano de Odivelas (5); e da ilha do estuário guajarino de Mosqueiro (5). Para a análise dos espécimes em microscopia de luz (ML) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram aplicadas técnicas histológicas de dissociação de epidermes, secções transversais e longitudinais e testes microquímicos. Os resultados mostram cutícula espessa, cera epicuticular em crosta, raros tricomas, folhas anfiestomáticas com estômatos observados na superfície adaxial e abaxial, presença de colênquima subepidérmico, de tecido esclerenquimático e estruturas secretoras com diferentes conteúdos. No estudo de caracterização da estrutura anatômica das folhas de quinze espécimes de *Platonia insignis* nativos de três áreas de floresta secundária, não foram observadas diferenças na estrutura anatômica da folha. Foram identificados caracteres anatômicos considerados comuns as espécies de ocorrência em ambientes xeromórficos como: folhas serosas e muito espessadas, camada de cera epicuticular compacta, grande quantidade de estômatos entre outros caracteres.

Palavras-chave: *Platonia insignis*, Anatomia, Caracterização.

ABSTRACT: The species *Platonia insignis* Mart. has great economic importance in the State of Pará, especially in the area of Salt, in which the extraction plant is considered a major source of income for the population. To complement the biological knowledge of the species, the study was conducted to characterize the anatomical *Platonia insignis* leaves for which fifteen specimens were selected from three areas of secondary forest in northeastern Pará: the town of Benjamin Constant, the municipality of Bragança (5) of São Caetano of Odivelas (5), and the estuary of the island Guajarina Mosqueiro (5). For the analysis of specimens under light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM) techniques were applied histological epidermis dissociation cross sections and longitudinal and microchemical tests. The results show a thick cuticle, epicuticular wax crust rare trichomes, leaves with stomata amphistomatic observed in the adaxial and abaxial surface, presence of subepidermal collenchyma, sclerenchyma, and the secretory structures with different contents. In the characterization study of the anatomical structure of leaves of fifteen specimens of native *Platonia insignis* three secondary forest, there were no differences in the anatomical structure of the leaf. We identified anatomical features considered common species occurring in environments xeromorphic as serous leaves and very thick, compact layer of epicuticular wax, lots of stomata and other characters.

Abstract: *Platonia insignis*, Anatomy, Characterization.

2.1. INTRODUÇÃO

O potencial de uso das espécies arbóreas encontradas em floresta secundária permite aumentar o conhecimento deste tipo de vegetação, dando base a outros trabalhos específicos, assim como fornece subsídios ao manejo dessas áreas, a fim de que a floresta secundária possa vir a servir como uma fonte complementar de renda à agricultura familiar no Estado do Pará (ALVINO; SILVA; RAYOL, 2005).

A espécie *Platonia insignis* Mart. pertence à família botânica Clusiaceae, conhecido como bacurizeiro, abundante em áreas de floresta secundária no Nordeste Paraense, é um exemplo do potencial para o manejo produtivo das florestas secundárias, devido à sua importância para as comunidades onde ocorre e para a população em geral (FERREIRA, 2008).

Para Cronquist (1981) uma das características anatômicas marcantes da família Clusiaceae se deve a presença de canais e cavidades secretores esquizógenos, observados em todos os tecidos, onde são elaborados e secretados diversos metabólitos secundários. Nessa linha de pesquisa, a literatura nos remete aos estudos de anatomia vegetal de *P. insignis* conduzidos por De Paula (1974) na morfo-anatomia e quantificação dos apêndices epidérmicos na epiderme foliar; Mourão e Girnos (1994) com morfo-anatomia foliar; Mourão e Beltrati (1995a) na morfologia dos frutos, sementes e plântulas e ainda anatomia dos frutos e sementes maduras e germinação e plântulas por Mourão e Beltrati (1995b; 1995c).

Este trabalho analisou a anatomia foliar de *P. insignis*, levando em consideração que os estudos anteriores a este, referentes a organização estrutural das folhas da planta precisavam ser complementados.

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a anatomia foliar de *P. insignis* em ambientes diferenciados, identificar e comparar os tecidos e células, verificar se houve influência sazonal dos períodos do verão amazônico (seco) e inverno amazônico (chuvoso), sobre a estrutura anatômica de quinze espécimes oriundos de três áreas de floresta secundária, que integram a Mesorregião do nordeste do Pará, município de Bragança na localidade de Benjamin Constant (5); município de São Caetano de Odivelas (5); e ilha do estuário guajarinó de Mosqueiro (5).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foram selecionados quinze espécimes de *P. insignis* de ocorrência natural em florestas secundárias na Mesorregião do nordeste do Estado do Pará, em três diferentes Municípios: a) (5) espécimes no Município de Bragança da localidade de Benjamin Constant; b) (5) no Município de São Caetano de Odivelas e c) (5) na ilha do estuário guajarino de Mosqueiro, durante o período de 2008 a 2010.

2.2.1. Caracterização e localização da Área de Estudo I

A localidade de Benjamin Constant pertence ao Município de Bragança está situada entre as coordenadas geográficas: $1^{\circ} 00' 00''$ e $1^{\circ} 10' 00''$ de latitude sul e, de $46^{\circ} 40' 00''$ e $46^{\circ} 50' 00''$ de longitude oeste de Greenwich (IDESP, 1999) (Figura 1). A floresta secundária foi denominada de Unidade Agrária 1 (UA), com aproximadamente 40 anos de idade, área total de 150 ha ($1^{\circ} 11' 18''$ latitude sul e $46^{\circ} 40' 38''$ de longitude oeste) (Figuras 2,3).

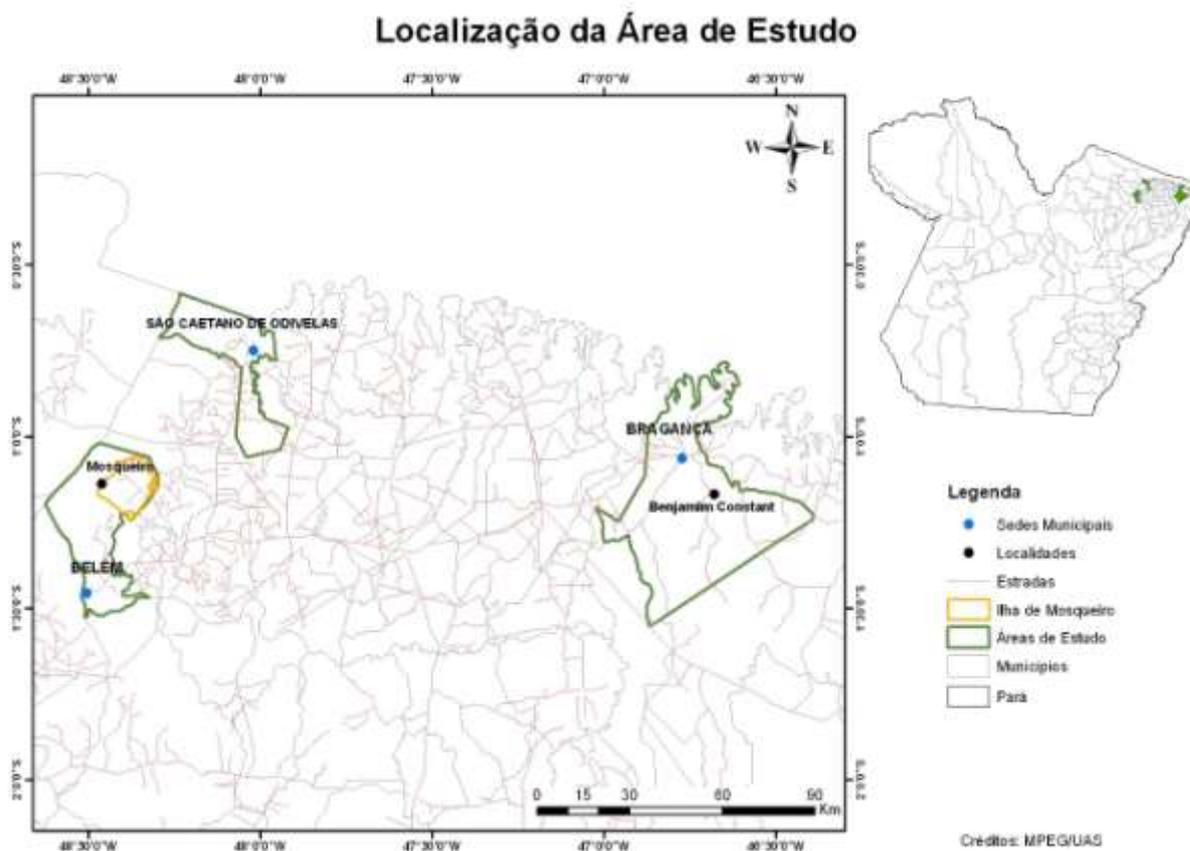


Figura 1. Localização geográfica das áreas de coleta de *Platonina insignis* Mart. nos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano de Odivelas e na ilha de Mosqueiro no nordeste do Pará (Fonte: MPEG:UAS).



Figura 2. Hábito de *Platonía insignis* Mart. no município de Bragança, localidade de Benjamin Constant (Fonte: FERREIRA, 2008).

2.2.2. Solo

Os solos da Microrregião Bragantina estão nas unidades latossolo amarelo, latossolo vermelho amarelado, glei humico hidromórficos indiferenciados. A textura média e areias quartzozas, que se caracterizam pela baixa fertilidade natural e boas propriedades físicas, apresentam relevo entre plano e suavemente ondulado (VIEIRA et al., 1971).

2.2.3. Vegetação

A Zona Bragantina é um exemplo de como o uso intensivo da terra pode levar a uma completa modificação na paisagem original e de suas condições ecológicas (DENICH, 1986). A cobertura vegetal original de terra firme, composta pelo subtipo floresta densa dos baixos platôs, foi substituída pela ação dos desmatamentos, pela floresta secundária, atingindo vários estágios de regeneração. Nas planícies aluviais, principalmente ao longo das margens do alto e médio curso do rio Caeté, ocorrem florestas de várzeas que, em parte, foram também desmatadas para o cultivo do arroz. No litoral e no baixo curso dos rios, dominam os manguezais, secundados pela restinga e pelos campos naturais (PARÁ, 2007).



Figura 3. Hábito de *Platonía insignis* Mart. no município de Bragança, localidade de Benjamin Constant (Fonte: FERREIRA, 2008).

A paisagem da localidade de Benjamin Constant foi caracterizada por Rios et al. (2001), com predominância de sistemas agrícolas, combinados com capoeiras em vários estágios de sucessão especialmente no planalto costeiro; dividida em capoeiras com três diferentes estágios: capoeirinha (sucessão inicial), capoeira (sucessão intermediária) e capoeirão ou capoeira grossa (sucessão avançada), tais estágios de sucessão foram definidos a partir de parâmetros fitossociológicos.

2.2.4. Clima

O clima local é do tipo Afi e Ami na classificação de Köppen, com temperatura média anual e umidade relativa do ar de 25° C e 86%, respectivamente (PARÁ, 1978).

2.2.5. Aspectos Históricos

A região de Bragança foi inicialmente habitada pelos índios apotiângas, da nação dos tupinambás. Em 1613, recebe os seus primeiros visitantes: os franceses da expedição de Lavardiere no Amazonas. Em seguida veio Pedro Teixeira, que por ali passara levando Jerônimo de Albuquerque, no Maranhão, a notícia da fundação de Belém. O município bragantino, entre Turyaçu e Caeté, fazia parte da capitania Gurupi, doada por Felipe III, de Espanha, em 1622, a Gaspar de Souza, Governador-Geral do Brasil.

Em 1633, Álvaro de Souza, filho do Governador Geral, recorreu à Corte de Madri, por ter sido a mesma capitania transferida por Francisco Coelho de Carvalho ao seu filho Feliciano Coelho de Carvalho e ali instalada a sede da capitania, com o nome de Vera Cruz. A sede foi transferida para a margem direita do rio Caeté, com a denominação de Sousa do Caeté, sem alcançar, contudo, o progresso desejado, dado o desenvolvimento da cidade à margem esquerda do rio Piriá. No século seguinte, em 1753, ao constatar que o núcleo estava em extinção, Francisco Xavier de Medonça Furtado, Governador do Grão Para, decidiu transferi-lo para o local onde hoje se encontra a Sede do município, dando à vila criada o nome de Bragança. No mesmo ano, foi elevado a município e revertido à Coroa (IBGE, 2007).

A colonização Bragantina foi então realizada por nordestinos que fugiam da grande seca de 1891 e estavam sendo desviados dos seringais (excedentes) e europeus, em especial os espanhóis, que chegaram ao Município de Bragança em 1898 (PENTEADO, 1967).

2.3. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO II

O Município de São Caetano de Odivelas pertence ao nordeste do Pará, Microrregião do Salgado e apresenta as coordenadas geográficas: 00° 44' 33" de latitude Sul e 48° 01' 03" de longitude a Oeste de Greenwich. Limita-se: ao Norte - Oceano Atlântico, a leste - Municípios de Curuçá, São João da Ponta e Terra Alta, ao Sul - Município de Vigia e a Oeste - Município de Vigia (ODIVELAS, 2008) (Figuras 1,4,5).



Figura 4. Hábito de *Platonia insignis* Mart. no município de São Caetano de Odivelas (planta jovem).

2.3.1. Solo

No município, há presença do latossolo amarelo distrófico, textura média, e do gley pouco húmico distrófico, textura argilosa. Por sua localização semilitorânea, encontram-se presentes, também, com grande expressão, os solos de mangues de textura indiscriminada, em associações (ODIVELAS, 2008).

2.3.2. Vegetação

A cobertura vegetal original de terra firme é composta pelo subtipo floresta densa e baixos platôs, substituída por ação de desmatamentos por floresta secundária, atingindo vários estágios de regeneração.



Figura 5. Hábito de *Platonía insignis* no município de São Caetano de Odivelas.

Nas planícies aluviais (sujeita à inundação), nas quais não existe influência salina do mar, ocorre floresta de várzea e matas ciliares. Nas proximidades das embocaduras dos rios, onde existe interferência da salinidade, verifica-se uma exuberante vegeta o de mangue (ODIVELAS, 2008).

2.3.3. Clima

A região apresenta clima equatorial amazônico do tipo Am (classifica o de K ppen), com temperaturas elevadas (média de 27  C), pequena amplitude térmica e precipita es m dias anuais de 2.500 mm (MARTORANO, 1993).

A distribui o da precipita o média anual em São Caetano de Odivelas   caracterizada por um período chuvoso que, em geral, compreende os meses de dezembro a maio, com média de 1.657 mm, e por um período seco ou menos chuvoso, de junho a novembro, com média de 487 mm (MORAES et al., 2005).

2.3.4. Aspectos Históricos

A origem do município de São Caetano de Odivelas pode estar associada à Companhia de Jesus, presente na época do Brasil Colônia. Presume-se terem sido índios, em fase de catequese, os primitivos habitantes do município de São Caetano de Odivelas, localizado na zona fisiográfica do Salgado. Os fundamentos históricos dessa cidade foram lançados na era colonial pelos jesuítas quando desbravaram a região pelo rio Mojuim. No local onde se encontra a atual sede municipal, fundaram uma fazenda denominada São Caetano, a qual, mais tarde, ficara sob a administração de prepostos do Governo. Em 1755, a localidade foi elevada à Freguesia com o nome de São Caetano de Odivelas e, em 1833, passou a fazer parte do território de Vigia (IBGE, 2000).

Em 1872, a sede da então freguesia recebeu a denominação de Vila. Na ocasião, foi criado também o município, que se instalou em 1874. Entretanto, com a extinção sofrida em 1930, o seu território fora anexado aos dos municípios de Curuçá e de Vigia, desmembrando-se três anos depois. A emancipação político-administrativa do município de São Caetano de Odivelas deu-se definitivamente em 1935 (IBGE, 2000).

2.4. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO III

Está situada entre as coordenadas geográficas: 1° 4' 11" a 1° 13' 42" de latitude Sul e 48° 19' 20" a 48° 29' 14" de longitude Oeste de Greenwich, englobando uma superfície aproximada de 220 km², com altitude média de 15 m acima do mar. Parte integrante do município de Belém, a Ilha do Mosqueiro situa-se na porção direita do Estuário Guajarinó, com aproximadamente 220 km², contida na região nordeste do Estado do Pará (SALES, 2005) (Figuras 1,6).

2.4.1. Solo

Os tipos característicos de solos ocorrentes na ilha de Mosqueiro são de baixa a média fertilidade, com elevados valores de alumínio trocável. Os tipos são: latossolo amarelo álico (e variações), areia quartzosa álica latossólica, concrecionário laterítico álico, podzólico vermelho amarelo álico, podzol hidromófico, gley pouco húmico (e variações) e hidromófico 10 indiscriminados (SILVA, 1975).



Figura 6. Hábito de *Platonía insignis* Mart. na ilha de Mosqueiro

2.4.2. Vegetação

A cobertura vegetal natural da ilha de Mosqueiro está sob o domínio da floresta ombrófila densa, na qual a grande diversidade florística representa a exuberância da floresta amazônica. São encontrados dois subtipos, cujos limites são coincidentes ao das seções fisiográficas presentes na área: nos terraços pleistocênicos ocorre à mata de terra firme enquanto nas planícies aluviais, à mata de várzea. Nas áreas de maior influência salina encontram-se ainda os manguezais (VENTURIERI et al., 1998).

2.4.3. Clima

De acordo com os dados fornecidos pelo Laboratório de Climatologia da Embrapa Amazônia Oriental para a estação de Belém, o clima apresenta temperaturas médias altas e precipitação pluviométrica relativamente abundante durante o ano todo. Com temperatura média anual 25,9° C, com mínima de 21,9° C e a máxima de 31,4° C.

2.4.4. Aspectos Históricos

Os costumes indígenas proporcionaram a origem do nome da ilha. Os índios tupinambás, habitantes da região, compunham a grande família que formava o maior contingente indígena nas regiões da costa brasileira e proporcionaram o grande suporte ao desenvolvimento da Colônia como mão-de-obra especial e farta. Por meio de um processo de conservação primitivo de animais, que denominavam de moqueio, as caças e peixes, sem as entranhas, eram colocados em fumeiro próprio de calor brando, sobre o moquéim. Na época, o ponto mais adequado para realização deste processo e perto da fonte consumidora (Belém) localizava-se nas praias da Ilha do Moqueio, por serem favoráveis aos ventos e às correntezas e com o passar dos anos, talvez dos séculos, esse nome sofreu um processo de modificação, no qual a partir da expressão moqueio de moquear originou-se Mosqueiro (MEIRA FILHO, 1978).

2.5. COLETA DO MATERIAL

Para o estudo anatômico de *P. insignis* a luz da microscopia ótica (MO) e de varredura (MEV), foram colhidas amostras de folhas totalmente expandidas de (15) espécimes, oriundos de (3) áreas de floresta secundária: do município de Bragança localidade de Benjamin Constant, município de São Caetano de Odivelas e do estuário guajarinó da ilha de Mosqueiro.

As folhas foram retiradas a partir do 4º nó, durante o período chuvoso (inverno amazônico) e no período seco (verão amazônico) de 2008 a 2010.

Amostras da lâmina (base, nervura mediana e margem) e do pecíolo foram previamente fixadas em FAA_{70%} (formaldeído, ácido acético, álcool 70%, v/v 1: 1: 1), para uso em procedimentos técnicos no Laboratório de Anatomia Vegetal do Museu Paraense Emílio Goeldi (LAV/MPEG).

2.6. TÉCNICAS

2.6.1. Dissociação de epidermes

Amostras do ápice, base, nervura mediana, margem e do pecíolo foram fervidas em solução aquosa de ácido nítrico 20% por 20 minutos. Após a dissociação às epidermes adaxial e abaxial foram lavadas em água destilada, retirando-se o mesofilo excedente. Em seguida,

coradas em azul de astra e fucsina básica 1% (KRAUS; ARDUIN, 1997), desidratadas pela série etanólica (JOHANSEN, 1940) e pós-desidratadas em série aceto-butílica crescente (JOHANSEN, 1949) com montagem em bálsamo-do-canadá.

2.6.2. Secções Histológicas Transversais e Longitudinais

Secções a mão livre foram realizadas com lâminas descartáveis, tendo cortiça como suporte. As secções foram clarificadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio comercial na diluição 2:1 para total despigmentação, lavadas com água destilada e coradas com azul de astra e fucsina básica 1% (KRAUS; ARDUIN, 1997), e azul de metileno 1% (JOHANSEN, 1940).

2.6.3. Secções em Micrótomo Rotativo:

As amostras da lâmina (base, nervura mediana, margem) e do pecíolo foram colocadas em solução de etilenodiamina 10% (CARLQUIST, 1982), mantidas em estufa a 55° C por 24 horas. Após este período, as amostras foram lavadas em solução aquosa de glicerina 20% até a retirada do produto, prosseguindo-se com as etapas de desidratação em série etanólica crescente, infiltração e inclusão em parafina (JOHANSEN, 1940).

Os blocos de parafina foram selecionados da face a ser despreendida, expondo-se o material já incluso à solução aquosa de glicerina 10% por 24 horas (JEWELL, 1958). As secções seriadas de 14 µm foram distendidas em banho-maria a 40° C, em seguida aderidas por albumina em lâminas histológicas e reservadas em estufa a 55° C por 24 horas.

As secções foram desparafinadas pela série aceto-butílica e hidratadas pela série etanólica (JOHANSEN, 1940) decrescentes, posteriormente coradas com azul de astra e fucsina básica 1 % (KRAUS; ARDUIN, 1997).

2.6.4. Testes Microquímicos

Para a realização dos testes microquímicos, parte dos cortes transversais e longitudinais a mão livre (do material *in natura*) permaneceram sem coloração para testar a natureza dos cristais, a presença de compostos fenólicos e ainda de compostos lipídicos, utilizando-se o reagente sudam IV (PEARSE, 1980) para os lipídios, cloreto férrico a 10% (JOHANSEN, 1940), para os compostos fenólicos e para os cristais prismáticos (JOHANSEN, 1940).

2.6.5. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O material foi fixado em FAA_{70%} por 24 horas, com desidratação em série etanólica crescente ao álcool absoluto (PA) (SILVEIRA, 1989). Em seguida, foi realizado o ponto crítico em equipamento Baltec CPD 030 Critical Point Dryer e metalização com ouro em metalizador FL9496 Balzers SCD 030.

As eletromicrografias foram obtidas em Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL JSM – 6360 LV no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Centro de Ciências da Terra (CCTE) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) com microanálises por dispersão de Raio X (EDS).

2.7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A epiderme em face adaxial das folhas de *P. insignis* apresenta cutícula pouco estriada, paredes anticlinais sinuosas, com células poliédricas e heterodimensionais contíguas (Figura 7A). A lâmina foliar em face abaxial revela paredes anticlinais espessas, de contorno mais acentuado que a anterior (Figura 7B).

A superfície adaxial e abaxial da folha de *P. insignis* é revestida por uma camada de cera epicuticular em crosta, com os estômatos situados um pouco acima das células epidérmicas, predominantes na superfície abaxial, classificados como paracíticos e ocasionalmente anomocíticos, (Figuras 7C-D), com raros tricomas glandulares esparsamente distribuídos (Figura 7E). Metcalfe e Chalk (1950) e Cronquist (1981) consideram raros a presença de tricomas na família Clusiaceae.

Parkhurst (1978), (1994) estudou a espessura da folha e a distribuição dos estômatos relacionados com o metabolismo fisiológico das plantas. Relatou, então, que folhas espessas que têm grande resistência intercelular no mesofilo geralmente são anfiestomáticas, enquanto folhas delgadas são hipoestomáticas, com aumento da difusão gasosa e assimilação do dióxido de carbono do mesofilo. As folhas de *P. insignis* são anfiestomáticas, com pequenos estômatos e a presença de lacunas de ar ou lenticelas auxiliam na sua atividade fotossintética, já que apresentam folhas muito espessadas.

Na análise anatômica das epidermes das folhas de *P. insignis* realizada por De Paula (1974) foram descritas paredes epidérmicas de contorno sinuoso, na face adaxial e abaxial da lâmina foliar, com estômatos em ambas, classificados como paracíticos, com 822 e 827 (adaxial e abaxial), e média de distribuição estomática de 825 mm². Mourão e Girnos (1994)

descreveram para anatomia das folhas de *P. insignis* caracteres anatômicos comuns e diferenciais à família Clusiaceae.

Solereider (1908) e Metcalfe e Chalk (1957) consideraram caracteres comuns à família Clusiaceae: cutícula espessa, estômatos restritos à face abaxial, cavidades secretoras freqüentes, cristais de oxalato de cálcio (drusas) e a presença de hipoderme, somente na epiderme adaxial. No presente estudo, este tipo de organização tecidual foi coincidente em *P. insignis* com exceção dos estômatos, ocorrentes em ambas as faces da lâmina foliar.

Os estudos anatômicos com espécies da família Clusiaceae, descreveram com freqüência a presença de hipoderme, contígua à epiderme adaxial e com número variável de camadas. Essa estrutura com 3 a 4 camadas foi observada nas variedades *Clusia* var. *lanceolata* e *Clusia lanceolata* var. *oblongifolia* procedentes de uma área de restinga por Machado (1980). Para Fahn (1990) a hipoderme é constituída de um ou mais estratos específicos de células, estruturalmente diferenciadas da epiderme da folha. Para alguns anatomistas, a principal função da hipoderme é de armazenar água, em locais que sofrem secas prolongadas ou ainda em áreas com períodos de estiagem rápida, refletindo algum déficit hídrico no ambiente.

Estudos anteriores a este, realizados com espécies de Clusiaceae, demonstraram que houve variação no número de camadas que constituem essa estrutura. Tomando-se como exemplo *Clusia insignis*, oriunda da Amazônia, portadora de apenas uma camada de células hipodérmicas e espécies de *Clusia* nativas de locais do cerrado com hipoderme multisseriada (cinco camadas). Fernandes (2007) na tentativa de justificar a ocorrência de tal variação, explicou não se fazer necessária a presença de um tecido armazenador de água, levando em conta o fato de não ocorrer longas secas em determinadas regiões. O autor sugeriu com isso que houve apenas uma forma de adaptação aos períodos de baixa precipitação, no caso da hipoderme ter apenas uma camada ou de várias camadas dessa estrutura em áreas de secas prolongadas.

O mesofilo de *P. insignis* apresenta a epiderme adaxial formada de uma única camada de células retangulares, seguida de uma camada de células alongadas heterodimensionais, com ou sem conteúdo em seu interior. Possivelmente se trata de uma hipoderme unisseriada e, a epiderme abaxial é constituída de células comuns ao tecido, relativamente menores que as da face adaxial (Figuras 8A-B).

O parênquima paliçádico é caracteristicamente tabular, com células contíguas ao tecido, formado de dois a três (2 a 3) de estratos longitudinais alongados, bifacial (Figuras

8A-B). A alternância no tecido parenquimático se deve possivelmente a diferentes níveis de sombreamento e, de intensidade luminosa, ocasionando a plasticidade fenotípica. Considerada por alguns anatomistas como um tipo de estratégia adaptativa das plantas, a plasticidade fenotípica foi observada no trabalho de Nery (2007) nas folhas de *Calophyllum brasiliense* Cambess, exposta a diferentes níveis de sombreamento.

O tecido lacunoso de *P. insignis* pode ser bi ou multisseriado com espaço intercelular bem definido (Figuras 8A-B). Este tecido é geralmente mais desenvolvido próximo à região central, e à medida que se direciona para o ápice tende a diminuir o número de estratos com aumento do feixe vascular central. No mesófilo podem ser observadas lenticelas (Figura 8C) e, ainda estruturas secretoras (Figura 8D). O bordo ou margem foliar é revestido por um tecido epitelial uniforme, com parênquima paliçádico e lacunoso proporcionais, feixes vasculares colaterais de tamanhos diferenciados e ainda estruturas secretoras no parênquima subepidérmico (Figura 8E).

Na nervura central em secção transversal observa-se um tecido de revestimento unisseriado, seguido de duas camadas simples de colênquima subepidérmico angular, formado de pequenas células, e a região cortical da folha é preenchida por um parênquima fundamental com células ovais de diâmetros variados, adjacente a camadas de fibras (Figura 9A). Na região medular, o xilema está disposto radialmente, os elementos traqueais organizados de modo concêntrico, delimitado por células parenquimáticas, o cilindro vascular tem floema em faixa voltado para a face abaxial, envolto por células parenquimáticas, entre outras células comuns ao tecido, e ainda células do tecido fundamental preenchem a região central, com fibras e novamente a ocorrência do floema (Figura 9B). A região dorsal da nervura central apresenta idioblastos, e cavidades secretoras com ou sem conteúdo (Figura 9C).

Na família Clusiaceae as cavidades secretoras presentes nas folhas encontram-se situadas próximas aos feixes vasculares ou independentemente no mesófilo e, no caule, podem estar presentes no córtex, no floema e na medula (METCALFE; CHALK, 1950). Para Esaú (1974) na família Clusiaceae existem grandes e abundantes células parenquimáticas secretoras nos tecidos vasculares, e fundamentais da folha, porém com conteúdos não especificados.

O pecíolo de forma convexa na face abaxial é revestido externamente por pequenas células heterodimensionais, o córtex do pecíolo na região basal, mediana e apical é

preenchido por um parênquima fundamental, tecidos vasculares, idioblastos secretores de ar e fibras (Figuras 10A-D).

O sistema vascular central tem forma de arco, envolvido por várias camadas de células fibrosas, floema externo, xilema com feixes colaterais (Figura 10E).

As estruturas secretoras de *P. insignis* no pecíolo são unisseriadas formadas de pequenas células de lúmen circular com paredes delgadas, heterodimensionais, acompanhado ou não de secreção, podendo estar associado a estratos fibrosos (Figura 10F).

Em secção transversal as células que formam o endotélio secretor das estruturas secretoras são variáveis (Figuras 11A-B). Em secção longitudinal os ductos apresentam conteúdo avermelhado depositado nas bordas (Figuras 11C-D).

Nos testes microquímicos houve reação positiva para substâncias lipofílicas, sob a forma de pequenas gotículas amareladas, observadas nas estruturas secretoras localizadas no córtex e na região medular. Os compostos fenólicos predominaram em quase toda a extensão da lâmina foliar, e nas secções longitudinais foram observados ainda a presença de laticíferos. Metcalfe e Chalk (1983) afirmaram que o fluido observado no interior de estruturas secretoras de algumas espécies da família Clusiaceae, geralmente apresentam aspecto leitoso semelhante ao látex.

Nos testes microquímicos foram utilizados o reagente cloreto férrico a 10% (Johansen, 1940) para compostos fenólicos e cristais de oxalato de cálcio (Figuras 12A-C); sudam IV (Pearse, 1980) para os compostos lipídicos (Figura 12B).

A estrutura anatômica das folhas de *P. insignis* dos quinze espécimes procedentes das três áreas de floresta secundária, nos diferentes períodos (verão e inverno amazônico), não evidenciou diferenças na microscopia ótica (MO) e na microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Foram observadas diferenças nas alturas dos estratos dos tecidos parenquimáticos no mesofilo nos espécimes de Bragança (Figura 13A), Mosqueiro (Figura 13B) e São Caetano (Figura 13C), a nervura central é plano-convexa (Figura 14A) e, o feixe vascular do tipo colateral comuns a todos os espécimes estudados (Figura 14B). Possivelmente a espécie apresenta plasticidade fenotípica, em resposta aos fatores ambientais das áreas de ocorrência. A plasticidade fenotípica foi verificada nas variedades do gênero *Clusia* por Machado (1980) em *Clusia* var. *lanceolata* e *Clusia lanceolata* var. *oblongifolia* e ainda por Castro; por Mantuano e Callado (2008) no estudo da variação fenotípica das folhas de *Clusia fluminensis* que mostrou diferenças significativas relativas ao parâmetro de luz como: a espessura da

cutícula, estratos cuticulares, parênquima paliçádico, espessura da lâmina foliar, freqüência estomática e na clorofila total.

Na literatura os trabalhos de anatomia foliar realizados com espécies de Clusiaceae, revelaram uma uniformidade dentre os caracteres anatômicos. Mundo (2007), no estudo da lâmina foliar de *Calophyllum brasiliense* Cambess, descreveu caracteres comuns à família Clusiaceae como: mesofilo dorsiventral, constituído geralmente de duas camadas de parênquima paliçádico, parênquima esponjoso multiestratificado representando 70% da altura do clorênquima, nervura central em secção transversal praticamente plano-convexa, junto à face adaxial, com drusas e alguns cristais prismáticos de oxalato de cálcio presentes no mesofilo. Fernandes (2007), ao analisar 14 espécies do gênero *Clusia* verificou que nas secções transversais das folhas existe variação no número de camadas dos tecidos do mesofilo, na espessura e forma da nervura principal, cutícula de diferentes alturas, na proporção de espaços intercelulares no parênquima lacunoso. Ressaltou que, embora ocorra variação nos estratos dos tecidos, as espécies exibem uma acentuada uniformidade a nível anatômico, referentes à forma de organização, tipo e disposição dos tecidos. Da mesma forma Bernardes (2009), ao caracterizar a estrutura anatômica de *Kielmeyera coriacea* Mart., observou paredes espessas, células epidérmicas poliédricas, estômatos anomocíticos e paracíticos e Caddah (2009), a partir de estudos morfológicos, anatômicos, fenológicos e moleculares com espécies do gênero *Kielmeyera* Mart. e Zucc. (Clusiaceae) *Kielmeyera coriacea* Mart. e *Kielmeyera grandiflora* identificou caracteres anatômicos considerados comuns à família.

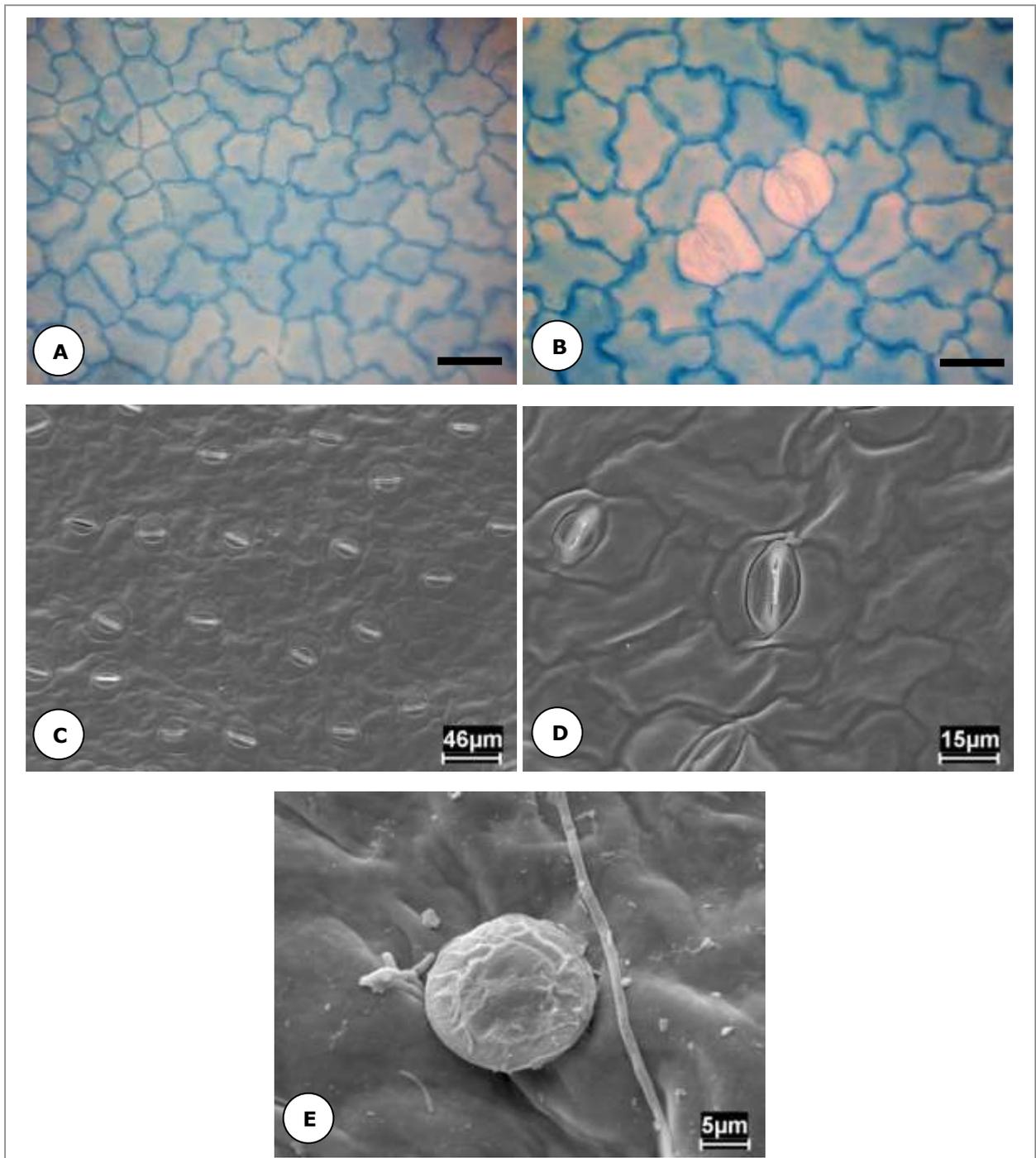


Figura 7. Superfície foliar de *Platonía insignis* Mart. A. Epiderme adaxial. B. Epiderme abaxial. C. Estômatos na superfície adaxial. D. Estômatos na superfície abaxial. E. Tricoma glandular. Barras = 50 µm (7A); 30µm (7B).

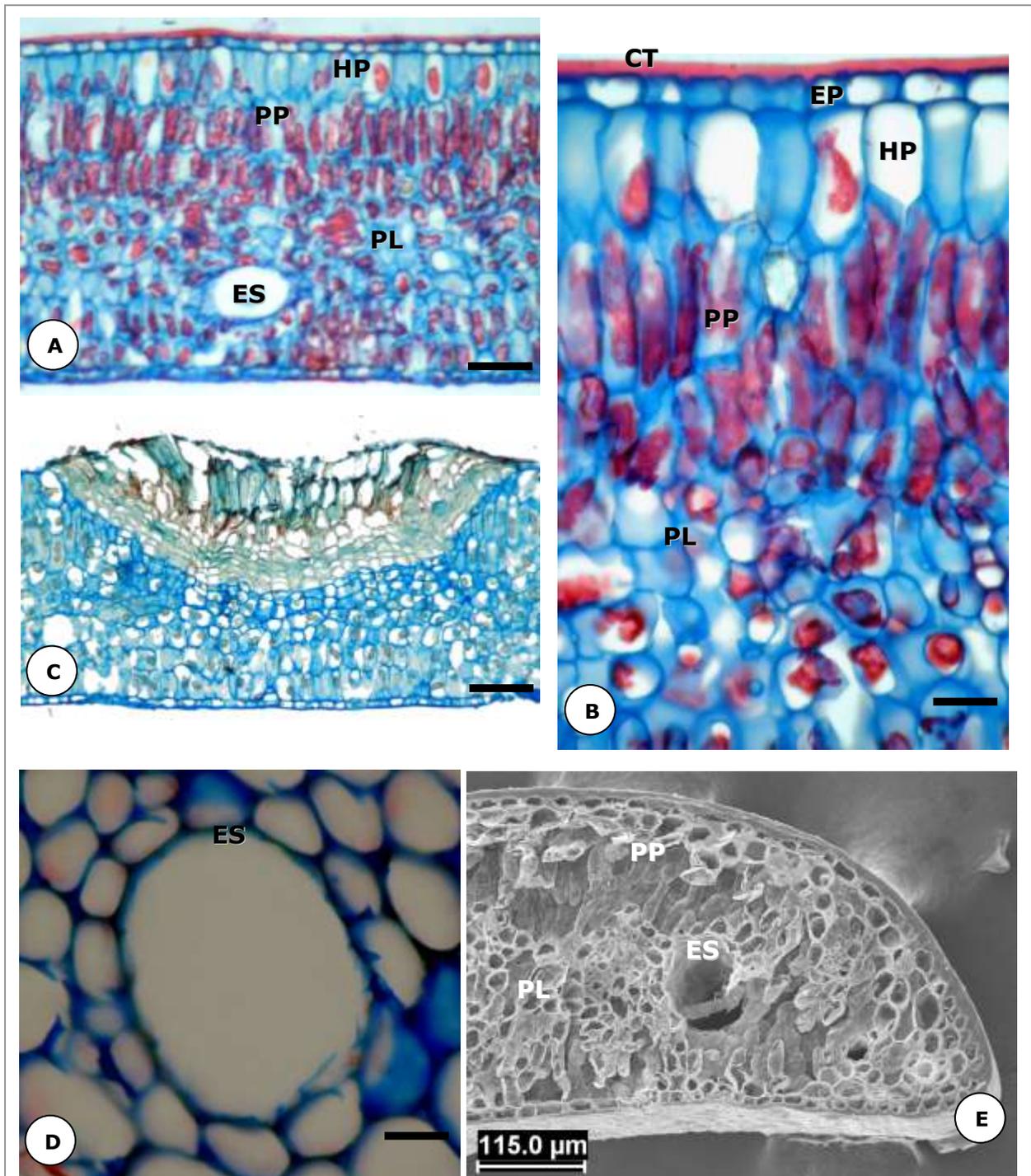


Figura 8. Secções transversais do limbo foliar de *Platonia insignis* Mart. A. Vista geral do mesofilo evidenciando estrutura secretora com conteúdo. B. Detalhe do mesofilo, cutícula, cristal do tipo drusas. C. Vista geral da lenticela. D. Estrutura secretora em secção transversal. E. Detalhe da margem. ES = Estrutura Secretora, EP=Epiderme, CT=Cutícula, HP = Hipoderme, PP = Parênquima Paliçádico, PL = Parênquima Lacunoso. Barras= 200 μm = (8A, 8C); 50 μm = (8B); 30 μm =(8D); 115 μm =(8E).



Figura 9. Secções transversais das regiões das nervuras de *Platonia insignis* Mart. A. Região cortical. B. Região medular. C. Região dorsal. XI = Xilema, FL = Floema, CO = Córtex, FR = Fibras, ES = Estrutura Secretora. Barras = 100 μ m (9A, 9B, 9C).

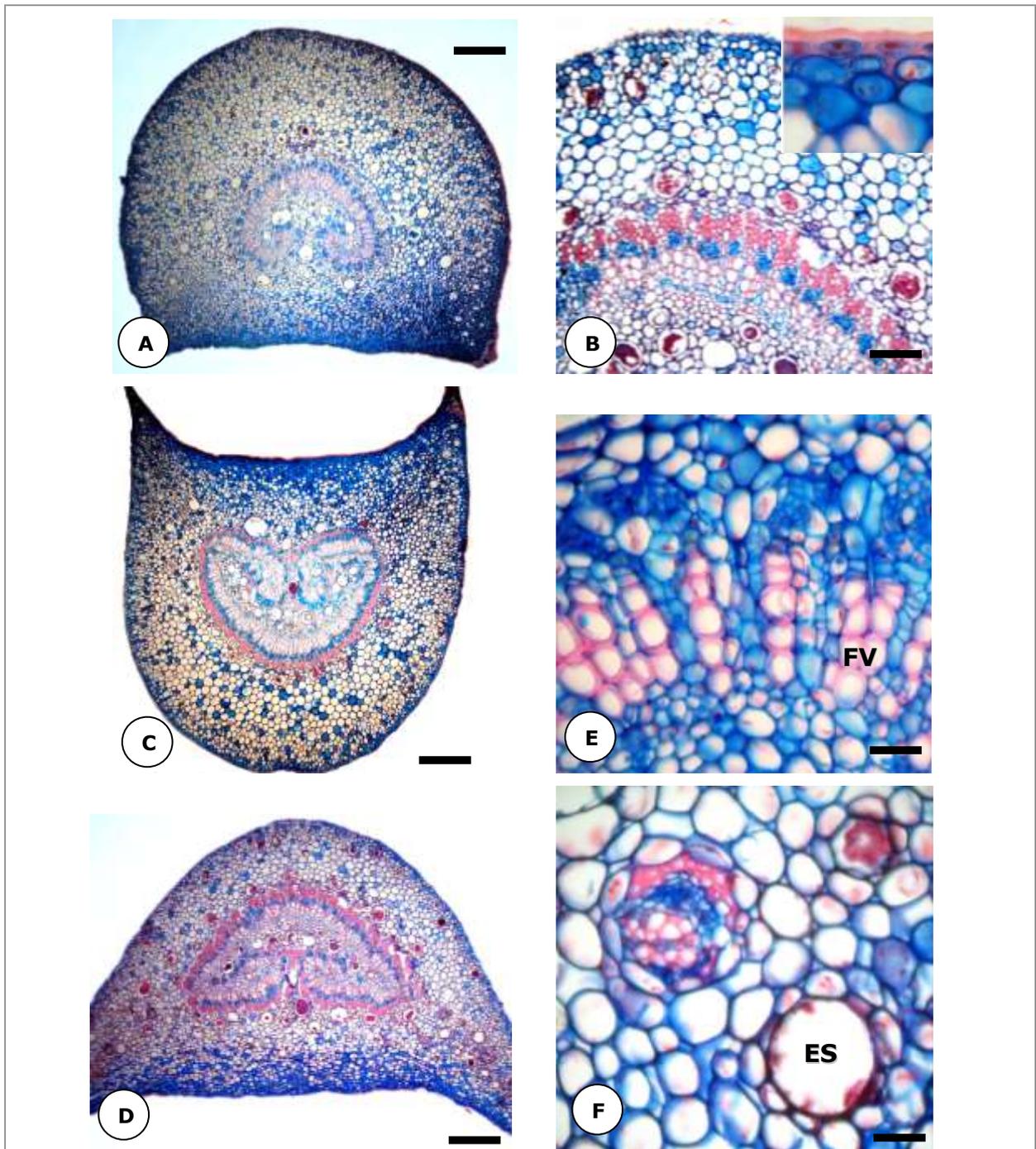


Figura 10. Secções transversais do pecíolo de *Platonía insignis* Mart. A. Região basal em secção transversal. B. Detalhe do feixe vascular. C. Região mediana em secção transversal. D. Região apical em secção transversal. E. Detalhe do feixe vascular. F. Detalhe da estrutura secretora com conteúdo. ES = Estrutura Secretora, FV = Feixe Vascular. Barras = 300 µm = (10A ,10C ,10D); 50 µm = (10B); 30 µm = (10E, 10F).

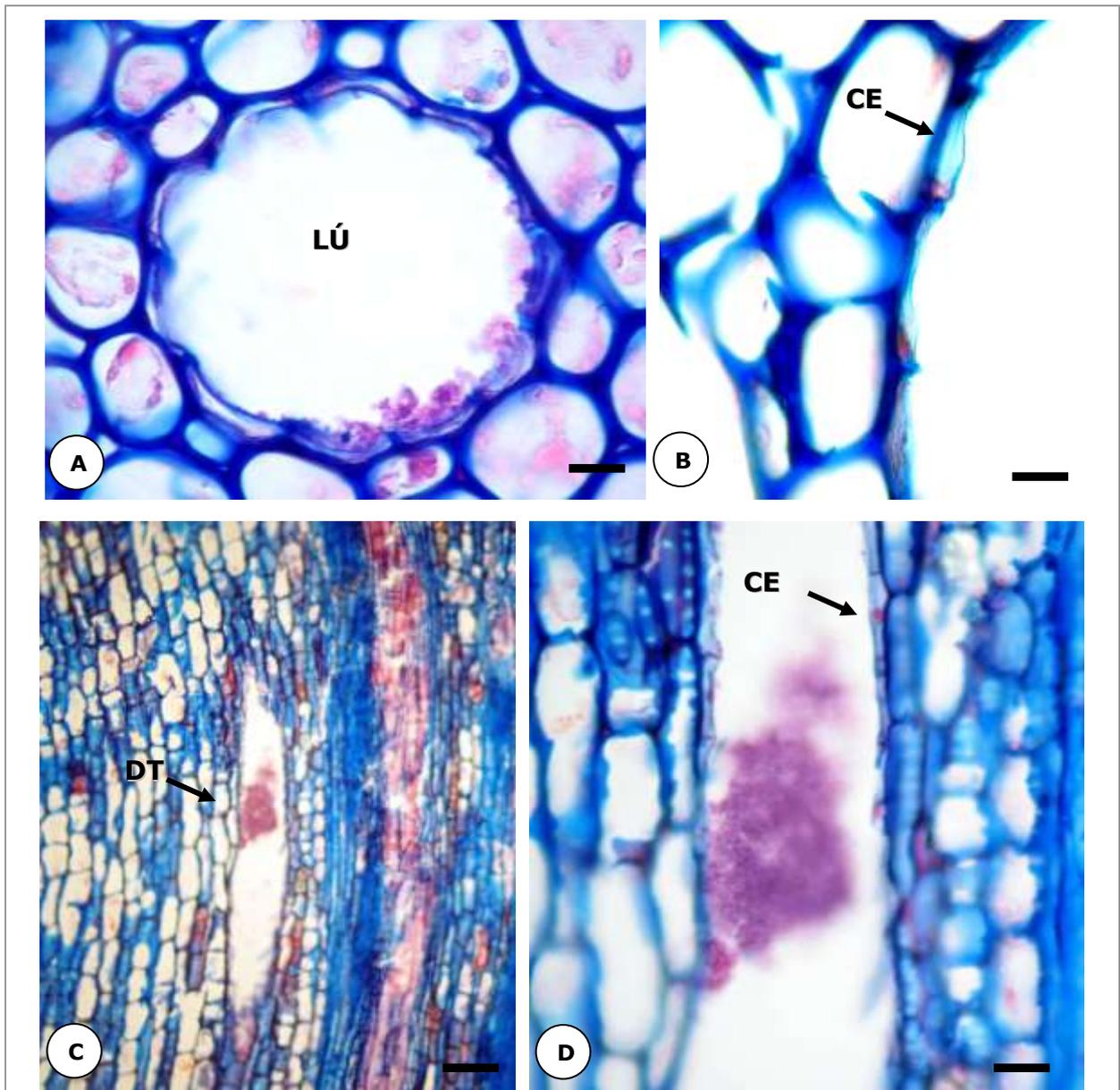


Figura 11. Estrutura secretora de *Platonía insignis* Mart. A. Vista geral da estrutura secretora em secção transversal no pecíolo. B. Detalhe do epitélio secretor. C. Secção longitudinal do ducto com conteúdo. D. Detalhe das células epiteliais do ducto em secção longitudinal. DT = Ducto, CE=Célula Epitelial, LÚ=Lúmen. Barras = 50 μ m (11A); 30 μ m (11B, 11D); 100 μ m=(11 C).

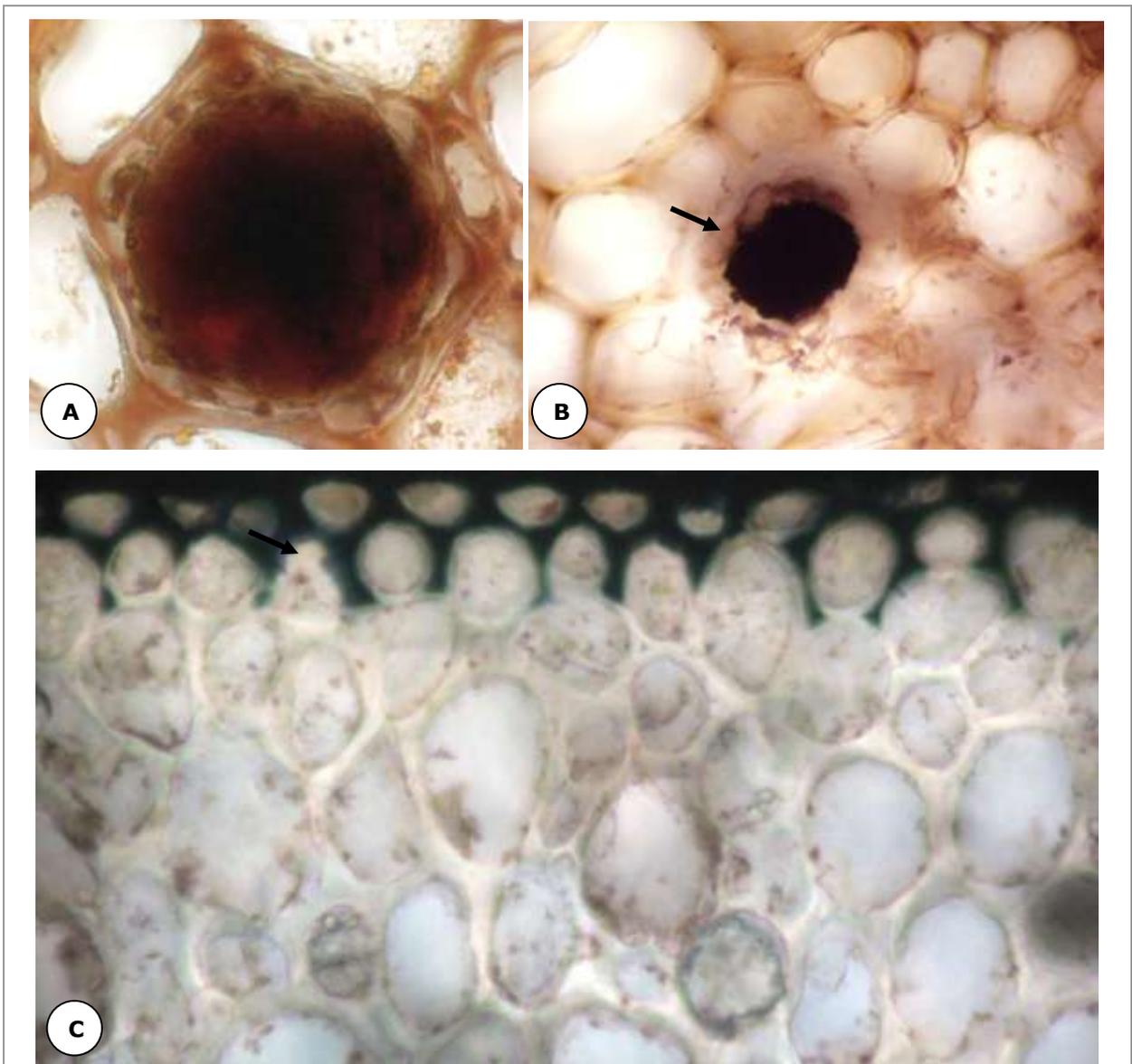


Figura 12. Testes microquímicos realizados na lâmina foliar (região mediana, basal e apical). A. Teste microquímico para compostos fenólicos (reagente cloreto férrico a 10%). B. Teste microquímico para compostos lipídicos (reagente sudan black II). C. Teste microquímico para compostos fenólicos (reagente cloreto férrico a 10%).

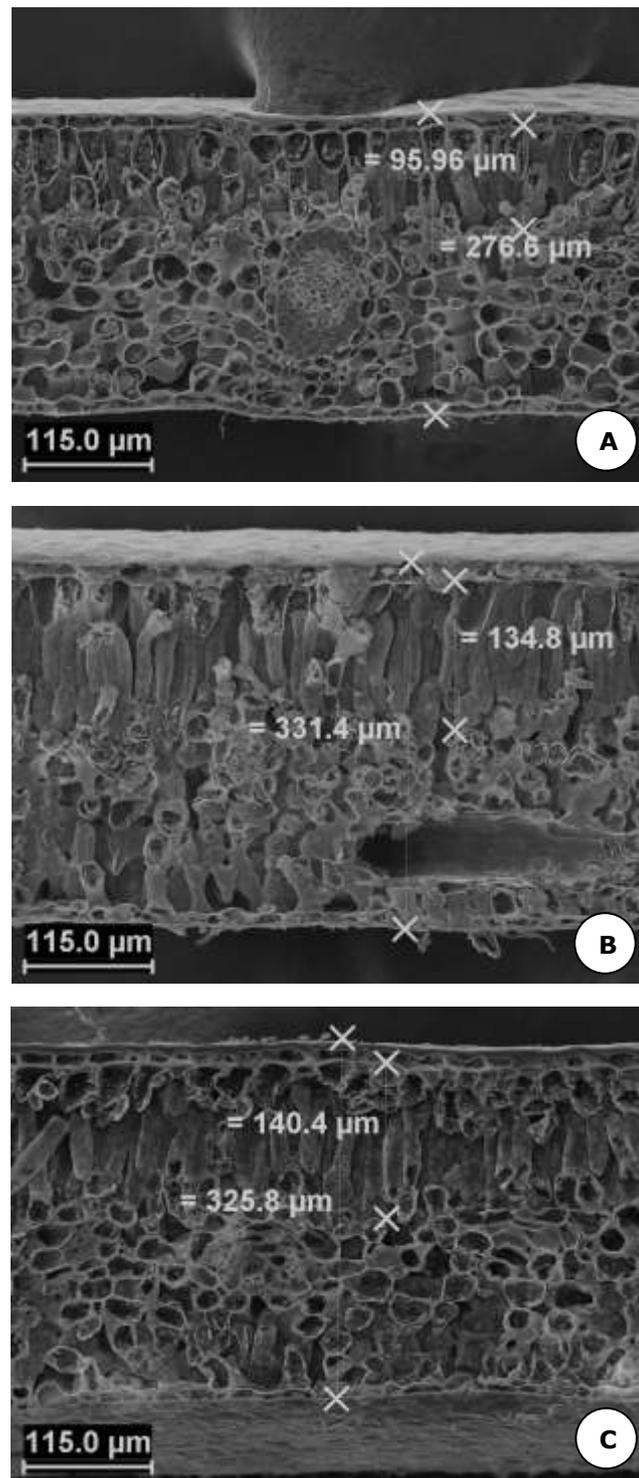


Figura 13. Eletromicrografias do mesofilo de *Platonia insignis*. A-Secção transversal do mesofilo com espécime da área de Bragança. B. Secção transversal do mesofilo com espécime da área de Mosqueiro. C. Secção transversal do mesofilo com espécime da área de São Caetano.

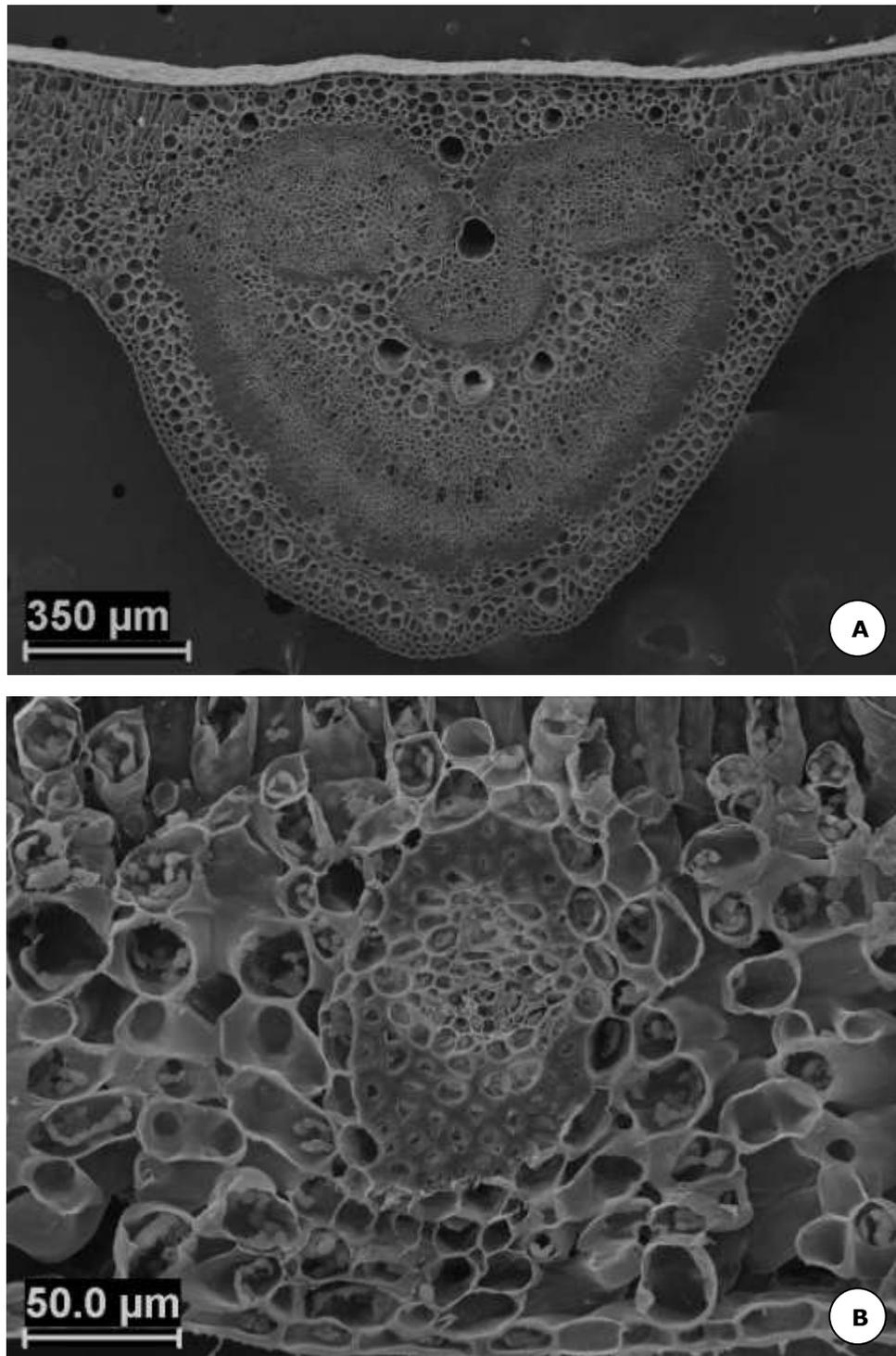


Figura 14. Eletromicrografias da nervura central de *Platonina insignis*. A-Secção transversal da nervura central. B. Detalhe do feixe vascular.

2.8. CONCLUSÕES

No estudo anatômico comparativo das folhas de *Platonia insignis* oriundos de três áreas de floresta secundária, nos períodos do verão e inverno amazônico, não foram observadas diferenças na estrutura foliar.

Caracteres anatômicos ocorrentes com frequência em espécies de ambientes xeromórficos foram identificados nas folhas de *Platonia insignis* como: folhas bastante espessadas, camada de cera epicuticular compacta, presença de hipoderme, estômatos pequenos e numerosos presentes nas duas superfícies, presença de cristais e tecido esclerenquimático desenvolvido.

2.9. REFERÊNCIAS

- ALVINO, F. O; SILVA, M. F. F.; RAYOL, B. P. Potencial de uso das espécies arbóreas de uma floresta secundária, na Zona Bragantina, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**. v. 35, n.4, p. 413-420, 2005.
- BERNARDES, V., MALTA, P., SOARES, N., RAMALHO, P. R., S. FIGUEIREDO, A. D. L. Caracterização anatômica de folhas adultas de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.) – Clusiaceae. CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., Fortaleza-Ce. **Anais...** Fortaleza-Ceará: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. 2009.
- CADDAH, M. KRASINKI. **Taxonomic studies in the *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc complex (Clusiaceae)**. 175p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia, 2009.
- CASTRO, L. F. MANTUANO, D.; CALLADO, C. H. Variação fenotípica das folhas de *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (CLUSIACEAE) Na restinga da Barra de Maricá. RJ. In: JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 27., Rio de Janeiro. **Resumos...** Botânica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico, 2008.
- CARLQUIST, S. The use of ethylenediamine in softening hard plant structures for paraffin sectioning. **Stain technology**, 57 (5): 311-317. 1982.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, 1981. 337p.
- DE PAULA, J. E. Estômatos de Guttiferae. Estudo morfológico dimensional e quantitativo. **Acta Amazonica**, v. 4, n. 3, p. 23-39, 1974.
- DENICH, M. **Composição florística de capoeiras baixas no município de Igarape-Açú no Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA, CPATU, 1986. 16p. (Documentos, 39)
- ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 799p.
- FAHN, A. **Anatomia vegetal**. Madrid: H. Bumes, 1982. 302p.
- _____. Secretory in vascular plants. **New Phytology**, v. 108, p. 229-257, 1988.
- FAHN, A. **Plant anatomy** . 4. ed. Oxford: Pergamon Press, 1990.
- _____. Structure of function of secretory cell. **Advanced in botanical research**, v. 31, p. 37-75, 2000.
- FERNANDES, S. D. C. **Morfologia, anatomia, histoquímica e aspectos fisiológicos da lâmina foliar de espécies de *Clusia* (Clusiaceae)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – 148p. Universidade de Brasília, 2007.

- FERREIRA, M. S. G. **Bacurizeiro** (*Platonia insignis* Mart.) em florestas secundárias: possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense. 245p. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>> Acesso: 25 abr. 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –CIDADES HISTÓRICAS-BRAGANÇA – IBGE. **Censo Demográfico 2007**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>> Acesso: 25 abr. 2010.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL DO PARÁ – IDESP/CODEM. **Anuário Estatístico de Belém**. Belém: IDESP, 1999.
- JEWELL, F. F. Softening slash pine tissues for serial sectioning. **Stain Technology**. v. 33, n. 4, p. 191-192, 1958.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: MacGraw-Hill Book Company., 1940. 523p.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198p.
- MACHADO, M. M. P. **Estudo sobre a anatomia foliar de *Clusia lanceolata* Camb.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 87p, 1980.
- MARTORANO, L. G. **Estudos climáticos do Estado do Pará**: Classificação climática de Köppen e deficiência hídrica. Belém: SUDAM/EMBRAPA/SNLCS, 1993. 3p.
- MEIRA FILHO, A. **Mosqueiro**: Ilhas e Vilas. Belém: Grafisa, (História de Mosqueiro), 1978. 574p.
- METCALFE, C. R. Secreted mineral substances, In: METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1983. v. 1, p. 82-97.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1950, v. 2. 1500p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject. 2.ed. Oxford: Clarendon Press, 1979. v. 1, 294 p.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**: leaves, stem, and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: Clarendon Press, 1957. 1500p.
- MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazonica** [online], v.35, n.2, p. 207-214. 2005.

- MOURÃO, K. S. M. **Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)**. 92p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1992.
- MOURÃO, K. S. M.; GIRNOS, E.C. Estudo morfo-anatômico das folhas de *Platonia insignis* (Clusiaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54. n.1, p.101-110, 1994.
- MOURÃO, K. S. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). I. Aspectos da anatomia dos frutos e sementes em desenvolvimento. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1-2, p. 11-32, 1995a.
- _____; _____. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)- II Aspectos da anatomia dos frutos e sementes maduras. **Acta Amazonica**, v. 25, n. 1-2, p. 33-46, 1995b.
- _____; _____. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)-III Germinação e plântulas. **Acta Amazônica**, v. 25, n. 1-2, p. 47-53, 1995c.
- MUNDO, S. R. **Caracteres morfoanatômicos de folha e caule de espécies brasileiras de uso medicinal: *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae), *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae) e *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 65p, 2007.
- NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A. , JUSTO, C. F., CASTRO, E. M. ; SOUZA, G. S.; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Nota Científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 129-131, 2007
- PARÁ. **Comissão Estadual de Planejamento Agrícola**. Diagnóstico de setor agrícola do Estado do Pará: o meio físico, características e potencialidades dos recursos naturais. Belém, 1978.
- PARÁ. **Estatísticas Municipais de São Caetano de Odivelas, Pará, no ano de 2008**. Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br/estatistica/estatisticas_municipais/.../SCaetOdivelas.pdf> Acesso 22/06/2010.
- PARÁ. Secretaria Executiva de Planejamento Orçamento e Finanças. **Estatística municipal: Bragança**. Belém, 2007.
- PARKHURST, D. F. Adaptive significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. **Journal of Ecology**, v. 66, p. 367-383, 1978.
- PARKHURST, D. F. Diffusion of CO₂ and other gases inside leaves. **New phytologist**, n.126, p. 449-479, 1994.
- PEARSE, A. G. E. **Histochemistry, theoretical and applied**: preparative and optical technology. 4th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh. 1980. 456p.
- PENTEADO, A. R. **Problemas de colonização e de uso da terra na região Bragantina do Estado do Pará**. 488p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará. 1967.

- RIOS, M.; MARTNS-DA SILVA, R. C. V.; SABOGAL, C.; MARTINS, J.; SILVA, R. N.; BRITO, R. R.; BRITO, I. M.; BRITO, M. F. C.; SILVA, J. R.; RIBEIRO, R. T. **Benefícios das plantas da capoeira para a comunidade de Benjamin Constant, Pará, Amazônia brasileira.** Belém: CIFOR, 2001. 54 p.
- SALES, G. M. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Ecologia da paisagem da ilha do Mosqueiro NE do Estado do Pará.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, 105p, 2005.
- SILVA, B. N. R. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da ilha de Mosqueiro (Pará) com auxílio de fotointerpretação.** Dissertação (Mestrado) – USP/ESALQ, 175p, 1975.
- SILVEIRA, M. O. O preparo de amostras biológicas para microscopia de varredura. In: SOUZA, W. de (Org). **Manual sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica de varredura, Técnicas básicas.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, p.71-82. 1989.
- SOLEREDER, H. **Systematic anatomy of the dicotyledons.** Oxford: Clarendon Press, 1908. 1183p.
- VENTURIERI, A.; WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A.; SILVA, B. N. R. Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9. **Anais...** Santos: Embrapa Amazônia Oriental p. 247-256. 1998.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, W. H. P.; FALESI, I. C.; OLIVEIRA FILHO, J. P. S. Levantamento de reconhecimento dos solos da região bragantina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 8. Belém. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 51. 1971.

3. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA SAZONAL DOS COMPONENTES VOLÁTEIS DE *PLATONIA INSIGNIS* MART., NATIVOS DE TRÊS ÁREAS DE FLORESTA SECUNDÁRIA DO NORDESTE DO PARÁ.

RESUMO: Os óleos essenciais de quinze (15) espécimes de *Platonia insignis*, nativos de três municípios do nordeste do Estado do Pará: Bragança, São Caetano de Odivelas e ilha de Mosqueiro, foram extraídos por hidrodestilação (HD). Os concentrados pentânicos dos espécimes do município de Bragança, coletados no período chuvoso, foram obtidos por destilação-extração simultânea (DES). A composição química foi analisada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) utilizando sistema Shimadzu QP-2010 Plus. O rendimento médio de óleo variou de 0,06% no inverno amazônico a 0,07% no verão. Os óleos essenciais de todos os espécimes examinados foram caracterizados pela presença de terpenóides, com predominância de sesquiterpenos, além de aldeídos, ácidos graxos, alcoóis e outros compostos. Os espécimes de Bragança e de São Caetano de Odivelas apresentaram composição química similar, caracterizados pela presença de β -cariofileno como principal componente, enquanto os de Mosqueiro foram caracterizados pela presença de α -selineno e β -selineno como componentes principais. A análise de agrupamento hierárquico permitiu distinguir dois tipos de óleos, o Tipo I rico em β -cariofileno e o Tipo II no qual os principais constituintes são α selineno e β selineno caracterizando assim a ocorrência de variação química intra-específica para o bacuri. O rendimento de óleo variou em função da sazonalidade, porém os principais constituintes apresentaram apenas variação quantitativa em cada local de coleta.

Palavras-chave: *Platonia insignis*, Óleo Essencial, Pará.

ABSTRACT: The essential oils of fifteen (15) specimens of *Platonia insignis*, growing wild in three municipalities of the State of Pará, Bragança, São Caetano de Odivelas and Mosqueiro Island, were obtained by hydrodistillation (HD) and simultaneous-distillation extraction (SDE). The chemical composition was analyzed by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) using Shimadzu QP-2010 Plus system. The average yield of oil varied from 0,06% in the Amazon winter to 0,07 % in summer. All oils were characterized by the presence of terpenoids, mostly sesquiterpenes, besides aldehydes, fatty acids, alcohols and other compounds. The specimens from Bragança and São Caetano de Odivelas showed similar chemical composition, characterized by the presence of β -caryophyllene as major compound, while the specimens from Mosqueiro, were characterized by the presence of α -selinene and β -selinene. Hierarchical cluster analysis by complete linkage method allowed us to distinguish two types of oils: Type I rich in β -caryophyllene and Type II in which the main constituents are α -selinene and β -selinene, characterizing the occurrence of intraspecific chemical variation for bacuri. The oil yield varied depending on the season, but the main constituents showed only quantitative variation in each collection site.

Keyword: *Platonia insignis*, Essential Oil, Pará.

3.1. INTRODUÇÃO

Os estudos dos constituintes voláteis de *P. insignis* anteriores a este, foram, em sua maioria, realizados com a polpa dos frutos, utilizando destilação-extração simultânea e headspace como métodos de extração.

Na composição química da gordura das sementes de frutos de *P. insignis* foram identificados os ácidos palmítico (28,0%), esteárico (28,0%), oléico (39,0%) e linoléico (4,0%) e, glicerídeos tri-insaturados (24,0%) (PECHNIK; CHAVES, 1945). Dando continuidade a esses estudos, Bentes et al., (1986-1987) verificaram na composição química da gordura das sementes de *P. insignis*, com uso do extrato hexânico, os ácidos: palmítico (44,2%), palmitoléico (13,2%), esteárico (2,3%), oléico (37,8%) e linoléico (2,5%), além de tripalmitina (10,0%). O ácido palmítico (27,63%) e o ácido oléico (56,34%), também estavam presentes no extrato obtido da polpa dos frutos de *P. insignis* (SANTOS, 1982). Novamente esses componentes (ácidos palmítico, 68,18%) e (oléico, 27,81%), foram encontrados na gordura extraída da amêndoa de *P. insignis*, tendo como solvente o hexano (GUEDES et al., 1990).

Com base em diferentes técnicas de extração, Monteiro et al (1997) identificaram ácidos graxos e componentes voláteis na casca do fruto de *P. insignis*. Dentre os compostos graxos os ácidos palmítico, oléico, linoléico, α -linolênico e esteárico, foram obtidos com dióxido de carbono líquido (LCO₂), LCO₂ + etanol, fluido supercrítico com CO₂ (SCO₂), destilação com vapor (SD), cold etanol (C-EtOH) e, extração em Soxhlet usando etanol como solvente (EtOH-So). No extrato SCO₂ foram identificados β -bisaboleno, 3,7-dimetil-1-octen-3,7-diol, linalol, e α -terpineol, porém o ácido α -linolênico não foi encontrado. Os ácidos mirístico (2,16%), palmítico (37,68%), palmitoléico (0,46%), esteárico (6,79%), oléico (46,72%), linoléico (2,72%) e α -linolênico (3,18%) foram identificados no extrato hexânico da polpa de *P. insignis* (ROGÉZ et al., 2004).

A composição dos voláteis presentes na polpa de frutos de *P. insignis* foi analisada por Alves e Jennings (1979). No estudo foram identificados os componentes: heptano, linalol, óxido de cis-linalol, óxido de trans-linalol como os principais constituintes da polpa do fruto. Além desses os componentes: 2-hepteno, 2-pentanona, 2-heptanona, 2-nonanona, γ -terpineno, furfural, acetato de cis-hexenila e dodecanoato de metila também foram identificados. Villachica et al. (1996) identificaram o linalol como o principal componente existente na polpa dos frutos de *P. insignis*, além de 2-heptanona e acetato de cis-3-hexenila.

Os componentes voláteis da polpa dos frutos de *P. insignis*, tanto em sua fração livre, quanto na fração glicosilada foram identificados por Boulanger et al. (1999). Na fração livre, os principais voláteis foram o linalol, furanóxido de (Z)-linalol, furanóxido de (E)-linalol, hotrienol, piranóxido de (Z)-linalol, piranóxido de (E)-linalol, geraniol, 2,6-dimetil-octa-3,7-dien-2,6-diol (isômero 2), 2,6-dimetil-octa-1,7-dien-3,6-diol, (E)-2,6-dimetil-octa-2,7-dien-1,6-diol e (Z)-2,6-dimetil-octa-2,7-dien-1,6-diol.

Nos extratos diclorometânicos dos frutos de *P. insignis* obtidos em dois anos consecutivos por destilação-extração simultânea (DES), GC-olfactometry e AEDA (Aroma Extraction Dilution Analysis) por Borges e Rezende (2000), não foi observada variação qualitativa na composição química dos extratos, constituídos principalmente por linalol (24,1%), α -terpineol (12,0%), óxido de trans-linalol (11,1%) e óxido de cis-linalol (6,1%).

Boulanger e Crouzet (2001) a partir de precursores químicos ou através de rearranjo do tratamento térmico da polpa de *P. insignis* utilizaram à destilação simultânea e extração técnica (DES), para identificar a composição da polpa. Os componentes linalol, os óxidos furânicos do linalol, α -terpineol, hotrienol, óxido de nerol, nerol e geraniol foram os principais compostos identificados. Os autores supracitados ao extraírem os voláteis utilizando DES (Destilação Extração Simultânea) em condições de pH = 3, observaram que houve predominância de terpenos oxigenados e, ao utilizarem à técnica de EFS (Extração com fluido supercrítico), as substâncias ácidas foram predominantes (Quadro 1).

Quadro 1 - Classes de compostos obtidos da polpa de frutos de *Platonia insignis* Mart. utilizando destilação extração simultânea (DES) em pH = 3 e pH = 7 e extração com fluido supercrítico (EFS).

Classe de compostos	DES (pH = 3)	DES (pH = 7)	EFS*
Alcoóis alifáticos	1,07	1,13	0,80
Compostos aromáticos	0,40	0,25	0,32
Terpenos	1,58	0,75	0,82
Terpenos oxigenados	35,57	14,67	16,05
Ácidos	10,04	3,32	33,16
Ésteres	8,07	7,02	0,38
Cetonas	2,96	2,24	0,91
Aldeídos	2,47	1,03	0,61
Outros compostos	0,73	1,75	0,05

*Boulanger et al., 2001.

O linalol é o principal responsável pelo aroma intenso e da polpa do fruto de *P. insignis*, enquanto o hexanoato de metila fornece o aroma frutal da mesma (BORGES; REZENDE, 2000).

A caracterização química do óleo essencial, obtido por hidrodestilação e headspace, de amostras da casca do fruto de *P. insignis*, adquiridos em dois locais distintos, uma proveniente

da CEASA de Terezina (Amostra A), e, a outra oriunda de uma plantação existente no Município de Palmeiras (Amostra B), ambas no Estado do Piauí, desenvolvida por Sousa et al. (2009), revelou resultados semelhantes. O componente α -terpineol (Amostra A: 46,2%, amostra B: 60,4%) é o principal componente e, dentre os principais constituintes da amostra A, extraídos por headspace 3-etilacetofenona (26,64%), 4-etilacetofenona (13,61%), óxido de cis-linalol (10,64%) e α -terpineol (4,26%).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição química dos óleos essenciais das folhas de (15) espécimes de *P. insignis* em função da sazonalidade, a partir de amostras coletadas em três diferentes áreas de ocorrência de floresta secundária do nordeste do Estado do Pará: Bragança (5), São Caetano de Odivelas (5) e, na ilha de Mosqueiro (5).

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Coleta do Material Botânico e Identificação Taxonômica

Foram colhidas amostras de folhas adultas de 15 espécimes de *P. insignis* selecionados em três áreas de floresta secundária do nordeste do Pará: da localidade de Benjamin Constant no Município de Bragança, São Caetano de Odivelas e do estuário guajarino da ilha de Mosqueiro. As coletas foram realizadas no período chuvoso (inverno amazônico), e no período seco (verão amazônico) entre 2008 e 2010. Para o estudo sazonal da composição química dos óleos essenciais das folhas de *P. insignis*, as árvores foram identificadas com fitas plásticas de cores diferentes e, a coleta de amostra botânica de cada espécime, respectivamente nos dois períodos climáticos. A coleta foi efetuada de acordo com as técnicas usuais adotadas por Fidalgo e Bononi (1984), e a identificação botânica, realizada por parataxonomistas da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) por comparação com a exsicata MG 822.

3.2.2. Processamento do Material Botânico para Extração de Óleo Essencial

As amostras botânicas foram acondicionadas em sacos de aniagem e mantidas sob ventilação natural, protegidas da luz solar enquanto estavam no campo, secas durante sete (7) dias sobre telas plásticas em sala equipada com ar-condicionado, desumidificador e moídas em moinho de facas.

3.2.3. Determinação da umidade residual

A porcentagem de água presente nas amostras de folhas, após o processo de secagem, foi determinada através de aquecimento com luz no infravermelho em equipamento MATER 50.

3.2.4. Extração e Cálculo do Rendimento de Óleos Essenciais

Os óleos foram extraídos por hidrodestilação, em sistemas de vidro do tipo Clevenger durante 3h, utilizando-se baterias de mantas aquecedoras, acopladas a um sistema de refrigeração, para manutenção da água de condensação em torno de 12° C. Após a extração e medida do volume de óleo extraído, os óleos foram centrifugados a 3000 r.p.m. durante 5 min, desidratados com sulfato de sódio anidro e, novamente centrifugados nas mesmas condições. As amostras para análise cromatográfica foram preparadas imediatamente após as etapas de desidratação e, centrifugação numa proporção de 2 µl de óleo para 1 ml de hexano e imediatamente injetadas no cromatógrafo. Os rendimentos de óleo foram expressos em ml/100 g de amostra seca (amostra livre de umidade). Levando em consideração que a maioria dos trabalhos, que tratam da composição química dos constituintes voláteis de *P. insignis* foi adotada a técnica de Destilação-Extração Simultânea (DES), as amostras do período chuvoso oriundas de Bragança foram ainda submetidas à extração por essa técnica para efeito de comparação com a literatura. Para a extração utilizando Destilação-Extração Simultânea (DES) a amostra (50 g) foi destilada em micro sistema Chrompack, utilizando pentano como solvente (5 ml) e, a solução pentânica obtida, imediatamente injetada no cromatógrafo.

3.2.5. Análise da Composição Química

A composição química volátil foi analisada por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em sistema Shimadzu QP-2010 Plus, equipado com coluna capilar de sílica Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm de espessura de filme). Foi utilizado hélio como gás de arraste, com fluxo de 1,2 ml/min, obtido com uma pressão de 57 KPa. A programação de temperatura do forno teve início em 60° C, aumentando até 240° C a 3° C/min. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 250° C. Foi injetado 1 µl de uma solução de 2 µl de óleo em 1 ml de hexano, sem divisão de fluxo. O detector de massas foi operado por impacto de elétrons a 70 eV, numa varredura de 40 a 400 u.m.a. e a interface mantida em 220° C. As porcentagens relativas dos constituintes químicos

foram calculadas a partir das áreas dos sinais cromatográficos. Os índices de retenção (IR) foram calculados pela equação de Van den Dool e Kratz (1963), utilizando a série homóloga dos n-alcenos (C8 a C30) nas mesmas condições operacionais. A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas e índices de retenção com os existentes na biblioteca NIST-5 do sistema e, com dados da literatura (ADAMS, 2007).

3.3. RESULTADOS

Foram obtidos 30 (trinta) óleos essenciais e cinco (5) concentrados pentânicos das folhas dos 15 (quinze) espécimes de *P. insignis*. A umidade residual das amostras de folhas secas extraídas e, os rendimentos de óleo obtidos nos dois períodos climáticos amazônicos, calculado com base na amostra livre de umidade, encontram-se relacionados nas Tabelas (1-3).

No período do inverno amazônico, os óleos das amostras oriundas de Bragança (Benjamin Constant) apresentaram coloração amarelo mais intenso; do mesmo modo os óleos das amostras de São Caetano de Odivelas do verão amazônico apresentaram também amarelo intenso.

Tabela 1. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de Bragança (Benjamin Constant) nos dois períodos inverno e verão amazônico

Espécime	Inverno amazônico		Verão amazônico	
	U (%)	OE (%)	U (%)	OE (%)
1	14,28	0,05	11,30	0,05
2	14,11	0,05	10,97	0,05
3	14,02	0,05	10,59	0,05
4	13,98	0,05	11,32	0,05
5	13,32	0,05	11,28	0,05

Tabela 2. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de São Caetano de Odivelas nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Espécime	Inverno amazônico		Verão amazônico	
	U (%)	OE (%)	U (%)	OE (%)
1	11,13	0,05	14,73	0,05
2	10,59	0,05	13,56	0,05
3	11,09	0,05	10,70	< 0,05
4	11,12	0,05	13,48	0,05
5	12,07	0,05	13,26	0,05

Tabela 3. Umidade residual (U) e rendimento do óleo essencial, (OE) das folhas dos espécimes nativos de Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Espécime	Inverno amazônico		Verão amazônico	
	U (%)	OE (%)	U (%)	OE (%)
1	8,89	0,07	11,03	0,05
2	8,74	0,08	10,59	0,06
3	8,84	0,06	11,79	0,05
4	8,79	0,06	11,63	0,05
5	8,73	0,08	10,72	0,05

Os constituintes químicos identificados nos 30 óleos essenciais obtidos das folhas secas de *Platonia insignis*, oriundas de três populações dos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano de Odivelas e Mosqueiro, encontram-se ordenados de acordo com os valores crescentes dos seus índices de retenção observados nas Tabelas (4,5,6).

Na Tabela 7, encontram-se representadas a média percentual de todos os constituintes químicos identificados nos óleos essenciais dos 15 espécimes nos dois períodos climáticos amazônicos (verão e inverno amazônico), e a Tabela (8) mostra os constituintes voláteis (%) das amostras de folhas dos (5) espécimes de *P. insignis* nativos de Bragança, coletadas no período chuvoso, obtidos por hidrodestilação (HD) e destilação-extração simultânea (DES).

Tabela 4. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de *Platonia insignis* nativos do município de Bragança (Benjamin Constant) nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
(2E)-hexenal	1,26	1,79		0,98	1,29			1,11		2,77
limoneno	0,52	0,80	0,33	0,66	0,53			0,36		0,41
(Z)- β -ocimeno	0,25	0,40	0,15	0,33	0,26			0,25		0,29
(E)- β -ocimeno	0,67	1,40	0,46	0,83	0,69	0,31		1,02		1,16
furanóxido de cis-linalol	0,09	0,16		0,20	0,10					
terpinoleno	0,44	0,64	0,27	0,58	0,45			0,34		0,37
linalol	3,77	5,04	1,41	4,93	3,88	4,58	1,19	7,84	1,42	8,55
allo-ocimeno	0,13	0,21	0,08	0,17	0,13					
(2E,6Z)-nonadienal	0,17	0,34	0,05	0,22	0,18			0,43	0,26	0,36
(2E)-nonenal	0,23	0,33	0,08	0,26	0,23			0,24	0,20	0,14
ácido octanóico	0,31	0,46	0,06	0,33	0,32			0,63		
α -terpineol	0,77	1,19	0,20	1,12	0,79	0,52	0,17	1,05	0,16	0,99
safranal	0,08	0,14	0,03	0,10	0,09			0,26		0,25
β -ciclocitral	0,19	0,29	0,06	0,19	0,20		0,30	0,36	0,30	0,34
nerol	0,49	0,73	0,14	0,69	0,50			0,45		0,39
(3Z)-butanoato de 3-metil hexenila								0,14		0,13
geraniol	1,15	1,58	0,34	1,56	1,18	0,52		0,85		0,69
(2E)-decenal	0,19	0,21	0,10	0,21	0,20					
geranial	0,04	0,07		0,04	0,04					
safrol							0,54		0,37	

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
tiglato de (3Z)-hexenila						0,39		0,35		0,31
δ-elemeno	0,18	0,20	0,14	0,16	0,19					
α-cubebeno	2,49	2,26	2,76	2,30	2,56	3,81	3,45	3,08	3,28	3,10
α-ilangeno	0,52	0,49	0,37	0,47	0,54		0,55	0,46		
α-copaeno	4,76	4,43	4,96	4,13	4,89	9,53	9,52	7,20	9,89	8,04
β-bourboneno	2,37	3,45	1,59	1,92	2,44	6,29	7,04	5,33	6,23	5,29
α-gurjuneno	1,10	1,23	0,94	0,98	1,13	1,05	1,04	1,02	1,62	0,87
β-cariofileno	14,20	11,91	16,45	14,03	14,60	23,79	23,65	19,13	24,78	20,65
β-gurjuneno	1,60	1,61	1,52	1,32	1,65	1,89	2,49	2,37	1,94	1,74
trans-α-bergamoteno	2,07	2,43	2,09	1,94	2,12	2,37	4,71	1,61	4,49	2,22
α-guaieno	1,13	1,27	1,10	0,96	1,16	0,91	1,11	0,84	1,09	0,89
α-humuleno	4,32	3,77	4,93	4,40	4,44	5,98	6,65	5,59	6,94	5,79
cis-cadina-1(6),4-dieno	0,66	0,77	0,62	0,57	0,68					
trans-cadina-1(6),4-dieno	1,59	1,52	1,68	1,36	1,63					
γ-muuroleno	2,33	2,06	2,43	1,92	2,39	4,22	4,46	3,80	4,53	3,93
germacreno D	1,66	1,67	1,91	1,43	1,71	1,90	1,58	1,62	1,64	1,57
(E)-β-ionona						1,00	1,14	0,96	1,19	0,97
viridifloreno	2,69	2,63	2,89	2,36	2,76	2,67	3,33	2,44	2,92	2,46
α-muuroleno	1,92	1,82	2,04	1,64	1,98	1,94	2,07	1,87	2,11	1,84
(E,E)-α-farneseno	2,60	3,47	3,30	2,42	2,67					
γ-cadineno	2,18	2,32	2,10	1,79	2,24	1,84	1,97	1,71	1,93	1,78
δ-cadineno	6,25	5,50	6,86	5,25	6,42	8,86	9,56	7,60	9,35	8,01
trans-cadina-1,4-dieno	1,11	1,14	1,09	0,94	1,14	1,21	1,25	1,16	1,22	1,16
α-cadineno	0,79	0,76	0,79	0,68	0,81	0,62	0,61	0,53	0,68	

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
α -calacoreno	1,13	1,18	1,13	1,06	1,17	0,81	1,12	0,84	1,11	1,36
(E)-nerolidol	2,45	2,19	2,62	2,48	2,52	1,10	1,39	1,34	1,36	1,23
(3Z)-hexenil benzoato	1,24	1,58	1,00	1,04	1,27	1,85	1,20	1,79	1,24	1,64
dendrolasina	2,22	1,40	2,31	2,05	2,28					
gleenol	1,44	2,04	1,93	1,52	1,48	1,34	1,36	1,61		
viridiflorol	1,40	1,31	1,41	1,44	1,43		1,15			0,63
epóxido de humuleno II	0,49	0,53	0,45	0,49	0,50					
1,10-di-epi-cubenol	0,48	0,43	0,47	0,55	0,49					
1-epi-cubenol	2,09	1,76	1,94	2,07	2,15	1,22	1,52	1,70	1,11	1,44
cis-cadin-4-en-7-ol	0,67	0,57	0,56	0,63	0,68					
cariofila-4(12),8(13)-dien-5-ol	0,34	0,36		0,34	0,35					
epi- α -muurolol	3,10	2,23	3,54	3,30	3,18					
cubenol						1,41	1,47	1,91	1,19	1,28
α -muurolol	1,13	1,02	0,99	1,13	1,16					
α -cadinol	3,09	2,30	3,06	3,50	3,17	1,20	0,83	1,40	0,93	1,20
cadaleno	0,30	0,33	0,37	0,31	0,31		0,30			
nonadecano	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03					
ácido hexadecanóico	2,23	2,55	4,06		2,29					
(5E,9E)-farnesil acetona							0,28		0,19	
linoleato etila	0,31	0,20	0,32	0,37	0,32					
Total	99,31	98,08	98,45	93,57	96,64	92,99	93,54	90,41	93,00	96,31

1v = espécime 1 (verão), 2v = espécime 2 (verão), 3v = espécime 3 (verão), 4v = espécime 4 (verão), 5v = espécime 1 (verão), 1i = espécime 1 (inverno), 2i = espécime 2 (inverno), 3i = espécime 3 (inverno), 4i = espécime 4 (inverno), 5i = espécime 1 (inverno).

Tabela 5. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de *Platonia insignis* nativos do município de São Caetano de Odivelas nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
(2E)-hexenal						0,55	0,89	0,57		0,61
limoneno						0,05	0,09	0,09	0,05	0,08
(Z)- β -ocimeno		1,06				0,03	0,05	0,05	0,03	
(E)- β -ocimeno		4,36		3,93	2,79	0,07	0,09	0,20	0,15	0,10
terpinoleno		0,65				0,07	0,11	0,11	0,08	0,06
linalol	4,05	6,92	1,55	5,74	3,69	0,83	2,05	2,05	0,43	1,31
allo-ocimeno							0,03	0,04	0,03	
(2E,6Z)-nonadienal						0,13	0,15	0,15	0,09	0,19
(2E)-nonenal						0,17	0,15	0,16	0,15	0,19
ácido octanóico						0,25	0,31	0,22	0,16	0,29
α -terpineol		0,56			0,32	0,09	0,27	0,21	0,05	0,17
safranal						0,08	0,07	0,04	0,07	0,05
β -ciclocitral		0,28			0,25	0,15	0,17	0,17	0,14	0,16
nerol						0,06	0,15	0,12		0,08
neral							0,01			0,01
geraniol						0,10	0,32	0,28	0,06	0,18
(2E)-decenal						0,13	0,11	0,10	0,14	0,12
geranial						0,02	0,03	0,02	0,01	0,04
safrol			0,53			0,05	0,03	0,02	0,05	0,04

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
benzoato de isobutila						0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
δ-elemeno						0,44	0,36	0,42	0,51	0,41
α-cubebeno						1,34	1,18	1,28	1,39	1,20
α-ilangeno		0,40			0,35	0,11	TR	0,62	Tr	TR
α-copaeno	3,99	3,36	5,26	3,19	2,87	7,78	6,34	5,81	6,72	6,64
β-bourboneno	6,18	4,87	8,19	5,78	4,02	5,97	5,26	5,97	6,37	6,02
β-elemeno						0,71	0,59	0,52		0,62
α-gurjuneno						1,05	1,04	1,00	1,21	1,02
β-cariofileno	31,61	25,94	36,17	29,81	25,14	16,30	15,38	16,98	17,09	15,06
β-gurjuneno	2,34	1,99	2,91	2,11	1,52	2,50	2,20	2,52	2,94	2,34
trans-α-bergamoteno	2,21	3,59	2,46	3,07	3,97	1,03	1,05	1,15		1,15
aromadendreno	0,73	0,58	0,88	0,58	0,51	1,18	1,05	1,05	1,10	1,16
α-humuleno	5,70	5,51	6,40	5,16	5,37	5,04	5,65	5,08	6,19	4,79
cis-cadina-1(6),4-dieno						1,12	0,96	0,98	1,02	1,07
trans-cadina-1(6),4-dieno						1,41	1,35	1,40	1,59	1,36
γ-muuroleno	3,23	2,93	3,56	2,72	2,59	3,62	3,33	3,44	3,50	3,50
germacreno D						2,38	1,76	2,34	2,23	2,55
β-selineno	1,12	1,24	1,25	1,06	1,16	2,18	1,50	1,70	1,68	1,65
viridifloreno	3,1	2,87	3,41	2,64	2,58	5,17	4,67	4,03	4,83	4,95
α-muuroleno	1,52	1,45	1,67	1,29	1,35	1,77	1,66	2,37	1,75	1,82
(E,E)-α-farneseno	3,64	5,03	2,79	3,59	4,67					
γ-cadineno	1,79	1,46	1,93	1,53	1,66	2,77	2,75	2,64	2,61	2,81

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
δ-cadineno	6,06	5,51	6,70	5,14	5,48	6,47	6,18	6,60	6,29	6,34
trans-cadina-1,4-dieno						1,34	1,33	1,32	1,50	1,42
α-cadineno						0,84	0,82	0,81	0,87	0,87
α-calacoreno						1,09	1,16	1,12	1,09	1,18
(E)-nerolidol	1,01	1,26	1,93	0,98	1,55					
(3Z)-hexenil benzoato	2,23	1,31	2,04	1,16	1,91	1,21	1,26	1,21	1,26	
dendrolasina	7,38	12,78	3,38	5,86	15,56	2,38	1,87	2,40	1,64	1,91
óxido de cariofileno						2,69	2,97	2,86	2,77	2,53
globulol						1,16	1,23	1,13	1,14	1,08
rosifoliol						1,31	1,43	1,29	1,28	1,26
epóxido de humuleno II						0,66	0,77	0,71	0,71	0,70
1,10-di-epi-cubenol						0,44	0,44	0,39	0,38	0,39
dilapiol	3,07	1,46	3,59	6,43	1,17					
1-epi-cubenol						1,28	1,48	1,40	1,39	1,36
cariofila-4(12),8(13)-dien-5-ol						0,76	0,81	0,75	0,70	0,83
epi-α-muurolol						1,95	2,27	2,05	2,03	2,07
α-muurolol						0,83	0,91	0,79	0,77	0,81
α-cadinol						1,93	2,39	2,02	2,01	2,83
cadaleno						0,31	0,32	0,29	0,31	0,29
14-oxi-α-muuroleno						0,17	0,22	0,08	0,17	0,17
hexadecanal						0,12	0,16	0,09	0,15	0,11

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
nonadecano						0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
(5E,9E)-farnesil acetona						0,40	0,43	0,26	0,35	0,35
fitol						0,10	0,23	0,13	0,12	0,10
(E,E)-geranil linalol		0,37			0,77	0,62	1,67	1,29	0,74	0,67
octadecanol						0,11	0,16	0,09	0,17	0,13
linoleato de etila						0,05	0,06	0,03	0,07	0,04
Total	90,96	97,74	96,6	91,77	91,25	94,98	93,78	95,08	92,39	91,31

Tabela 6. Constituintes químicos (%) identificados nos óleos essenciais das folhas dos cinco espécimes de *Platonia insignis* nativos do município de Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
(2E)-hexenal	0,86	1,93	1,00							
2-pentil furano	0,48		0,94	0,55	0,65					
limoneno	0,11		0,09	0,08	0,10					
(Z)- β -ocimeno			0,08	0,06	0,10					
(E)- β -ocimeno	0,44	0,12	0,82	0,67	0,67					
terpinoleno	0,12		0,10	0,11	0,10					
linalol	0,48	0,34	1,37	0,75	1,08	0,20	1,45	1,27	0,56	1,17
allo-ocimeno			0,07		0,07					
(2E,6Z)-nonadienal	0,18		0,29		0,20	0,24	0,58	0,36	0,43	

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
(2E)-nonenal	0,20	0,06	0,32	0,19	0,24	0,14	0,29	0,18		
ácido octanóico	0,35						0,64	0,48	0,45	
α -terpineol	0,11	0,10	0,22	0,13	0,30					
salicilato de metila	0,10		0,13	0,06						
β -ciclocitral	0,32	0,13	0,41	0,20	0,31	0,44	0,63	0,51	0,66	0,48
geraniol	0,15	0,07	0,29	0,13	0,27					
(2E)-decenal	0,18		0,23	0,12	0,29	0,17		0,15		
geranial	0,12		0,15	0,05	0,13					
safrol	0,24	0,30	1,00	0,71	0,49	0,21	0,26	0,25	0,24	
benzoato de isobutila	0,06		0,14	0,06	0,15					
tiglato de (3Z)-hexenila	0,27	0,06	0,17	0,09	0,19			0,16		
δ -elemeno	0,18	0,17	0,20	0,17	0,27					
α -cubebeno	0,17	0,11	0,24	0,22						
α -ilangeno	0,30	0,22	0,42	0,28	Tr					
α -copaeno	2,54	2,94	3,04	2,99	3,34	1,55	1,62	1,09	1,39	1,25
hexanoato de (3Z)-hexenila	0,25	0,16		0,14		0,18	0,25			0,25
β -bourboneno	2,70	2,32	2,30	2,10	2,28	2,22	2,18	2,56	2,59	2,44
β -elemeno	8,53	10,53	6,59	7,71	6,25	9,32	7,85	8,86	9,11	11,89
(Z)-cariofileno	0,52	0,40	0,46	0,29	0,70	0,49	0,57	0,41	0,37	0,36
α -gurjuneno	0,09		0,12	0,09						
β -cariofileno	5,64	6,96	5,53	6,02	6,24	6,12	5,69	4,57	5,69	4,80
β -gurjuneno	1,48	1,36	1,55	1,35	1,87					

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
trans- α -bergamoteno	1,91	1,33	1,58	1,49	1,99	1,21	2,62	2,57	1,80	2,75
α -guaieino	0,71	0,49	0,61	0,55		0,48	0,50	0,52		
α -humuleno	3,66		3,52	3,61	4,17					
(E)- β -farneseno	3,66	9,24	3,52	3,61	4,17	9,10	9,35	7,06	7,87	6,67
cis-cadina-1(6),4-dieno	0,54	0,40	0,51	0,52						
4,5-di-epi-aristolocheno	1,58	1,23	1,43	1,29	1,69	1,5	1,42	1,50	1,42	1,5
γ -selineno	6,76	5,93	6,68	6,04	7,56	6,44	6,34	6,49	6,38	7,00
germacreno D				1,61		0,61	0,64	0,81		0,95
β -selineno	13,18	13,66	11,30	11,15	14,16	17,14	16,55	15,01	18,08	18,32
α -selineno	14,63	17,34	13,90	13,84	13,13	22,13	21,48	18,82	22,34	23,75
(E,E)- α -farneseno	2,64	1,41		2,86						
α -bulneseno						1,14	1,32	1,45	1,28	1,38
γ -cadineno	1,61	1,23	1,75	1,57	1,73	0,92	0,91	0,92	0,88	0,87
7-epi- α -selineno	1,30	1,02	1,18	1,11	2,08	1,15	1,05	1,08	1,03	1,13
δ -cadineno	2,91	2,55	2,95	2,99	2,08	2,08	2,02	2,18	2,03	2,11
selina-3,7(11)-dieno						0,41	0,38	0,38	0,34	0,32
α -calacoreno	0,65	0,36	0,81	0,67	0,77					
(E)-nerolidol	1,26	0,91	0,91	1,03	1,35			0,53		
(3Z)-hexenil benzoato	3,63	1,61	2,67	1,48	2,19	1,37	1,45	1,91	1,99	1,14
dendrolasina	2,26	3,02	4,79	5,08	3,35	1,23	1,54	2,39	2,10	2,01
1-epi-cubenol	0,64	0,15	0,40	0,24						
epi- α -muurolol	0,85	0,53	1,48	0,86	1,12	0,32				

Constituintes	Verão amazônico					Inverno amazônico				
	1v	2v	3v	4v	5v	1i	2i	3i	4i	5i
α -muurolol	0,30	0,16	0,49	0,28	0,35					
selin-11-en-4 α -ol	4,30	4,95	6,47	4,14	5,07	4,12	3,12	4,78	3,75	3,77
cadaleno	0,15		0,23	0,16						
heptadecano	0,54	0,21	0,46	0,37	0,76		0,34	0,34		
ácido tetradecanóico	0,55									
benzoato de benzila	0,37	0,11		0,14						
nonadecano	0,06		0,06							
(5E,9E)-farnesil acetona	0,67	0,70	0,78	0,54	0,84	0,36		0,46		
fitol	0,09	0,13	0,23	0,18	0,33					
(E,E)-geranil linalol	0,57	0,63	0,85	0,60	0,87					
octadecanol	0,06	0,50	0,43	0,17	0,47					
Total	99,31	98,08	98,45	93,57	96,64	92,99	93,54	90,41	93,00	96,31

1v = espécime 1 (verão), 2v = espécime 2 (verão), 3v = espécime 3 (verão), 4v = espécime 4 (verão), 5v = espécime 1 (verão), 1i = espécime 1 (inverno), 2i = espécime 2 (inverno), 3i = espécime 3 (inverno), 4i = espécime 4 (inverno), 5i = espécime 1 (inverno).

Tabela 7. Média da porcentagem dos constituintes químicos identificados nos óleos essenciais das folhas dos quinze espécimes de *Platonia insignis* nativos dos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano de Odivelas e Mosqueiro nos dois períodos inverno e verão amazônico.

Constituintes	Bragança		São Caetano de Odivelas		Mosqueiro	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
(2E)-hexenal	1,06	0,78		0,50	0,76	
2-pentilfurano					0,52	
limoneno	0,56	0,15		0,07	0,08	
(Z)- β -ocimeno	0,27	0,10	0,20	0,03	0,05	
(E)- β -ocimeno	0,81	0,43	2,22	0,12	0,54	
óxido de cis-linalol (furanóide)	0,11					
terpinoleno	0,47	0,14	0,30	0,09	0,09	
linalol	3,80	4,72	4,39	1,33	0,80	0,93
allo-ocimeno	0,14			0,02	0,03	
(2E,6Z)-nonadienal	0,19	0,21		0,14	0,13	0,32
(2E)-nonenal	0,22	0,11		0,16	0,20	0,12
ácido octanóico	0,30	0,13		0,25	0,07	0,31
α -terpineol	0,81	0,58	0,19	0,16	0,17	
salicilato de metila					0,06	
safranal	0,09	0,10		0,06	0,10	0,22
β -ciclocitral	0,19	0,26	0,11	0,16	0,27	0,54
nerol	0,51	0,17		0,08		
(3Z)-butanoato de 3-metil hexenila		0,06				
neral	0,51	0,17		0,04		
geraniol	1,16	0,41		0,19	0,18	
(2E)-decenal	0,18			0,12	0,16	0,06
safrol		0,18	0,11	0,04	0,55	0,19
geranial	0,04			0,02	0,09	
benzoato de isobutila				0,03	0,08	
tiglato de (3Z)-hexenila		0,21		0,21	0,16	0,03
δ -elemeno	0,17			0,42	0,20	
α -cubebeno	2,47	3,34		1,27	0,15	
α -ilangeno	0,47	0,20	0,15	0,25	0,24	
α -copaeno	4,63	8,83	3,73	6,65	2,97	1,38
hexanoato de (3Z)-hexenila					0,11	0,14
β -bourboneno	2,35	6,04	5,8	5,9	2,34	2,40
β -elemeno	0,17			0,49	7,92	9,41
(Z)-cariofileno					0,47	0,44
α -gurjuneno	1,08	1,12		1,06	0,06	
β -cariofileno	14,23	22,4	29,73	16,16	6,08	5,37
β -gurjuneno	1,54	2,09	2,17	2,50	1,52	
trans- α -bergamoteno	2,13	3,08	3,06	0,9	1,66	2,19

Constituintes	Bragança		São Caetano de Odivelas		Mosqueiro	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
α -guaieno	1,12	0,96			0,47	0,3
aromadendreno			0,66	1,1		
(E)- β -farneseno					4,84	8,01
α -humuleno	4,37	6,00	5,60	5,3	3,00	
cis-cadina-1(6),4-dieno	0,66			1,03	0,39	
4,5-di-epi-aristolocheno					1,44	1,46
trans-cadina-1(6),4-dieno	1,90	1,20		1,42		
γ -muuroleno	2,22	4,18	3,00	3,40		
α -muuroleno	1,88	1,96	1,45	1,17		
germacreno D	1,67	1,66		2,20	0,32	0,6
(E)- β -ionona		1,00				
β -selineno			1,10	1,70	12,69	17,02
viridifloreno	2,70	2,80	3,00	4,80		
α -muuruleno	1,88	1,96	1,45	1,87		
α -selineno					14,56	21,70
α -bulneseno						1,31
(E,E)- α -farneseno	2,90		3,94		1,38	
γ -cadineno	2,12	1,84	1,67	2,70	1,57	0,90
7-epi- α -selineno					1,33	1,00
δ -cadineno	6,00	8,60	5,77	6,39		
γ -selineno					6,60	6,53
α -cadineno	0,80	0,50		0,84		
selina-3,7(11)-dieno						0,37
α -calacoreno	1,13	1,00		1,12	0,65	
(E)-nerolidol	2,45	1,28	1,30		1,09	0,10
benzoato de (3Z)-hexenila	1,22	1,54	1,73	0,98	2,30	1,57
gleenol	1,68	0,86				
dendrolasina	2,00		8,90	2,04	3,70	1,85
viridiflorol	1,39	0,35				
óxido de cariofileno				2,76		
epóxido de humuleno II	0,49			0,71		
globulol				1,14		
rosifoliol				1,31		
cubenol		1,45				
1,10-di-epi-cubenol	0,48			0,40		
1-epi-cubenol	2,00	1,30		1,38	0,28	
cis-cadin-4-en-7-ol	0,62					
cariofila-4(12),8(13)-dien-5-ol	0,30			0,77		
dilapiol			3,14			
epi- α -muurolol	3,07			2,00	0,96	

Constituintes	Bragança		São Caetano de Odivelas		Mosqueiro	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
selin-11-en-4 α -ol					4,89	4,00
α -muurolol	1,08			0,82	0,30	
heptadecano					0,46	0,13
α -cadinol	3,0	1,04		2,23		
cadaleno	0,3	0,06		0,30	0,10	
ácido tetradecanóico					0,11	
benzoato de benzila					0,13	
14-oxi- α -muuroleno				0,16		
hexadecanal				0,12		
nonadecano	0,03			0,02	0,02	
fitol				0,13	0,19	
(E,E)-geranil linalol			0,22	0,99	0,70	
ácido hexadecanóico	2,22					
octadecanol				0,13	0,32	
linoleato de etila	0,30			0,05		
Total	94,64	94,40	95,09	92,90	93,60	90,90

3.4. DISCUSSÃO

Os dez (10) espécimes de *Platonia insignis*, cinco nativos de Bragança e cinco nativos de São Caetano de Odivelas, obtiveram o mesmo rendimento de óleo nos dois períodos climáticos (0,05%). Dos quinze (15) espécimes de *Platonia insignis* analisados, foi observado que o rendimento do óleo essencial da planta foi muito baixo, variou de < 0,05% a 0,07%, o rendimento médio foi de 0,06% no inverno, e de 0,07% no verão amazônico, não ocorreu uma variação sazonal significativa nos rendimentos dos óleos essenciais.

A análise por CG/EM dos quinze (15) espécimes de *Platonia insignis* oriundos das três áreas de floresta secundária, levou à identificação de 108 constituintes químicos nos óleos obtidos das folhas. A composição dos óleos essenciais identificados em todos os espécimes examinados foi caracterizada pela presença de terpenóides, com predominância de sesquiterpenos, além de aldeídos, ácidos graxos, alcoóis e outros compostos.

Os espécimes de Bragança e de São Caetano de Odivelas apresentaram composição química similar, caracterizados pela presença do componente β -cariofileno, enquanto os da área de Mosqueiro foram caracterizados pela presença de α -selineno e β -selineno como componentes principais, além de outros selinanos.

A variação sazonal quantitativa também foi observada para as diferentes áreas estudadas: a) nos óleos procedentes de Bragança ocorreu variação do teor de β -cariofileno nos dois períodos climáticos, com um aumento do teor do mesmo sesquiterpeno (verão: 9,29% a 13,13%; inverno: 16,49% a 22,99%); b) tal comportamento foi observado nos espécimes de São Caetano de Odivelas para o componente β -cariofileno (verão: 22,99% a 33,25%; inverno: 13,13% a 15,08%); c) nos óleos dos espécimes de Mosqueiro também foi observada variação no teor do β -selineno (verão: 8,54% a 11,82%; inverno: 15,01% a 18,08%) e, α -selineno (verão: 10,31% a 15,00%; inverno: 18,82% a 23,75%).

Alguns constituintes foram detectados em todas as 30 amostras de óleos essenciais estudadas: linalol, β -ciclocitral, α -copaeno, β -bourboneno, β -cariofileno, trans- α -bergamoteno, γ -cadineno, e benzoato de (3Z)-hexenila.

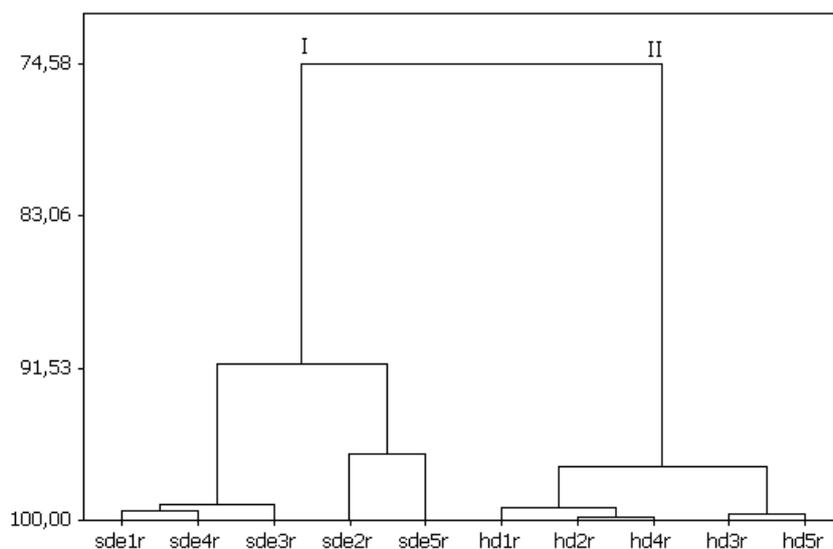


Figura 15. Dendrograma obtido dos constituintes voláteis obtidos por hidrodestilação (HD) e destilação extração-simultânea (DES) do município de Bragança (Benjamin Constant) no período chuvoso.

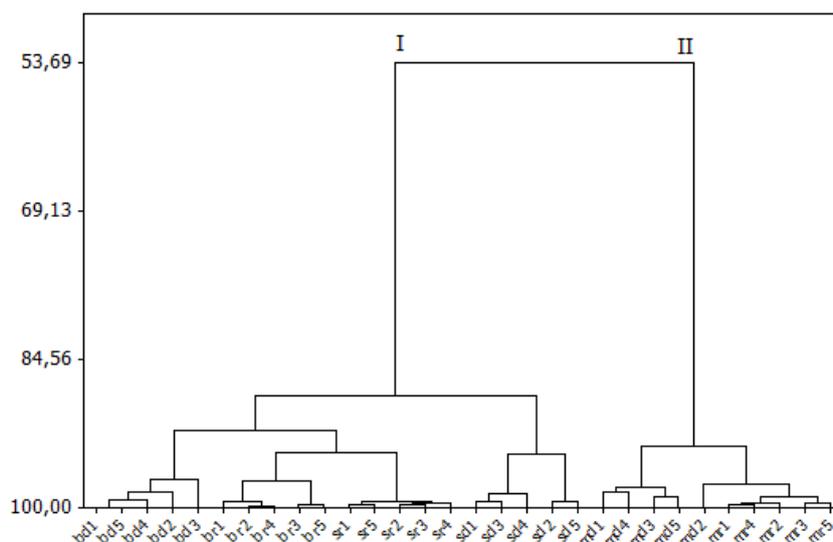


Figura 16. Dendrograma obtido a partir dos óleos das folhas de *Platonia insignis* coletadas de três populações no Norte do Brasil, nos períodos chuvoso e seco. B1d-B5d = Bragança-período seco, B1r-B5r = Bragança-período chuvoso; S1d-S5d = São Caetano de Odivelas-período seco; S1r-S5r = São Caetano de Odivelas-período chuvoso, M1d-M5d = Mosqueiro-período seco; M1r-M5r = Mosqueiro-período chuvoso.

Além dessa diferença qualitativa observou-se também ocorrência de variação sazonal quantitativa nas diferentes áreas estudadas: a) nos óleos procedentes de Bragança o teor de β -cariofileno variou nos dois períodos climáticos (verão: 9,29% a 13,13%; inverno: 16,49% a 22,99%); b) nos óleos dos espécimes de São Caetano de Odivelas o teor do β -cariofileno também variou consideravelmente (verão: 22,99% a 33,25%; inverno: 13,13% a

15,08%); c) nos óleos dos espécimes de Mosqueiro foi observada variação no teor do β -selineno (verão: 8,54% a 11,82%; inverno: 15,01% a 18,08%) e, do α -selineno (verão: 10,31% a 15,00%; inverno: 18,82% a 23,75%).

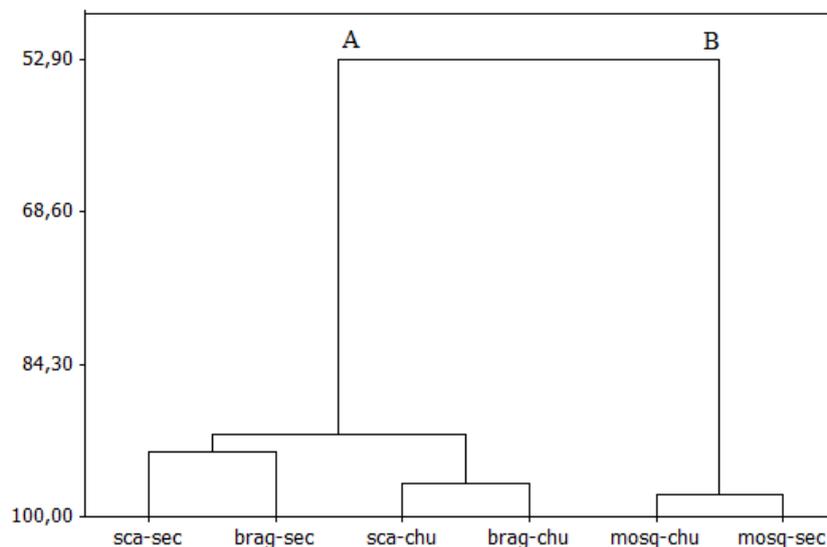


Figura 17. Dendrograma obtido pelo método da ligação direta dos constituintes químicos dos óleos essenciais obtidos das folhas das 30 amostras de *Platonia insignis* nativos dos municípios de Bragança, São Caetano de Odivelas e Mosqueiro, nos dois períodos climáticos amazônicos: chuvoso (inverno) e seco (verão). sca-sec = São Caetano de Odivelas-período seco; sca-chu = São Caetano de Odivelas-período chuvoso, brag-sec = Bragança-período seco, brag-chu = Bragança-período chuvoso; mosq-sec = Mosqueiro-período seco; mosq-chu = Mosqueiro-período chuvoso.

O dendrograma de agrupamento hierárquico obtido pelo método de ligação completa utilizando a média das porcentagens de todos os constituintes voláteis obtidos por hidrodestilação e destilação- extração simultânea do município de Bragança (Benjamin Constant) (Figura 15) e o dendrograma obtido a partir de (15) espécimes dos municípios de Bragança (Benjamin Constant), São Caetano e da ilha de Mosqueiro nos períodos seco (verão amazônico) e chuvoso (inverno amazônico) (Figura 16); permitiram estabelecer dois tipos de óleos: o Tipo A, representado pelos espécimes dos municípios de Bragança e de São Caetano de Odivelas nos períodos seco e chuvoso e, o Tipo B, representado pelos espécimes da área de Mosqueiro. O Tipo A caracterizado pela presença de β -cariofileno como constituinte principal e, o Tipo B, rico em selinanos. O grupo foi dividido em dois sub-grupos, representados pela similaridade observada nas amostras coletadas em São Caetano de Odivelas e Bragança, quando coletadas no período chuvoso (maior similaridade) e no período seco (Figura 17).

A comparação dos voláteis extraídos das folhas dos espécimes de *Platonia insignis* nativos de Bragança, cujas amostras foram coletadas no período chuvoso, extraídos por Destilação-Extração Simultânea (DES) e por hidrodestilação pode ser visualizada na Tabela 8. Em todas as amostras extraídas por Destilação-Extração Simultânea (DES) (69 componentes foram identificados), os principais constituintes foram (2E)-hexenal (9,99% - 27,51%) e β -cariofileno (12,79% - 17,53%), enquanto nas amostras extraídas por HD (46 componentes identificados), o β -cariofileno (16,49% a 22,99%). O aldeído (2E)-hexenal também foi detectado em todas as amostras obtidas por hidrodestilação (HD), porém em menor teor, indicando que a técnica Destilação-Extração Simultânea (DES), foi mais efetiva para esse componente.

Nas amostras de folhas dos cinco espécimes nativos de Bragança, coletadas no período chuvoso, os componentes (3E)-hexenal, hexadecanal, octadecanal, acetofenona, álcool benzílico, ácido hexanóico, ácido heptanóico, ácido octanóico, 4-vinil-2-metoxifenol, eugenol, γ -nonalactona, hexanoato de (3Z)-hexenila, aromadendreno, allo-aromadendreno, dilapiol, heptadecano e (E,E)-geranil linalol foram detectados somente nos concentrados pentânicos obtidos por Destilação-Extração Simultânea (DES).

Os seguintes compostos ácido hexanóico, limoneno, ácido heptanóico, óxido de *trans*-linalol (furanóide), linalol, α -terpineol, nerol e geraniol detectados por Destilação-Extração Simultânea (DES), no presente trabalho, também foram identificados no material extraído da polpa do fruto de *P. insignis* por Destilação-Extração Simultânea (DES) por Borges e Rezende (2000). E ainda os componentes (2E)-hexenal, limoneno, (E)- β -ocimeno, *cis*-óxido de linalol (furanóide), *trans*-óxido de linalol (furanóide), linalol, α -terpineol, geraniol, *trans*- α -bergamoteno e β -ionona aqui identificados foram também detectados na polpa de *P. insignis* submetida à extração por Destilação-Extração Simultânea (DES) por Boulanger et al. (1999).

Tabela 8. Constituintes voláteis (%) das amostras de folhas dos cinco espécimes de *Platonia insignis* nativos de Bragança, coletadas no período chuvoso, obtidos por hidrodestilação (HD) e destilação-extração simultânea (DES).

Constituintes	DES inverno amazônico					HD Inverno amazônico				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
(3E)-hexenal	0,11	0,32	0,30	0,44						
(2E)-hexenal	24,05	12,43	20,86	27,51	9,99			1,11		2,77
ácido hexanóico	1,75	2,11	3,02	2,86	3,08					
acetofenona					0,24					
limoneno	0,14							0,36		0,41
álcool benzílico		0,36	0,73							
(Z)- β -ocimeno								0,25		0,29
(E)- β -ocimeno			0,17			0,31		1,02		1,16
furanóxido de cis-linalol	1,33	0,74	0,73	0,78	0,44					
ácido heptanóico			0,43		0,54					
furanóxido de trans-linalol	0,62	0,56	0,62	0,42	0,33					
terpinoleno								0,34		0,37
linalol	5,93	3,83	5,63	3,18	1,11	4,58	1,19	7,84	1,42	8,55
allo-ocimeno										
(2E,6Z)-nonadienal	0,31	0,22			0,42			0,43	0,26	0,36
(2E)-nonenal	0,11	0,08			0,18			0,24	0,20	0,14
ácido octanóico	0,71	1,27	0,76	0,70	0,91			0,63		
α -terpineol	1,06	0,96	1,18	0,87	0,35	0,52	0,17	1,05	0,16	0,99
safranal		0,11			0,24			0,26		0,25
β -ciclocitral	0,17	0,41	0,13		0,19		0,30	0,36	0,30	0,34
nerol	0,30	0,29	0,37					0,45		0,39
(3Z)-butanoato 3-metilhexenila								0,14		0,13

Constituintes	DES inverno amazônico					HD Inverno amazônico				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
geraniol	0,72	0,72	0,89	0,40	0,23	0,52		0,85		0,69
(2E)-decenal										
geranial										
safrol	0,15	0,20		0,39	0,28		0,54		0,37	
4-vinil-2-metoxifenol	0,34	0,53	0,36	0,25	0,43					
tiglato de (3Z)-hexenila	0,22	0,16	0,18		0,09	0,39		0,35		0,31
δ-elemeno	0,08									
α-cubebeno	1,81	1,91	1,71	1,38	2,46	3,81	3,45	3,08	3,28	3,10
eugenol	0,09	0,21	0,29	0,62	0,40					
γ-nonalactona	0,25	0,40	0,37	0,21	0,32					
α-ilangeno	0,31	0,41	0,34	0,36	0,52		0,55	0,46		
α-copaeno	4,55	4,37	4,77	4,38	6,56	9,53	9,52	7,20	9,89	8,04
hexanoato de (3Z)-hexenila	0,16									
β-bourboneno	3,02	3,36	3,07	2,10	4,61	6,29	7,04	5,33	6,23	5,29
α-gurjuneno	0,38	0,74	0,50	0,67	0,64	1,05	1,04	1,02	1,62	0,87
β-cariofileno	14,65	12,79	16,29	16,10	17,53	23,79	23,65	19,13	24,78	20,65
β-gurjuneno	1,04	3,46	1,10	1,12	1,18	1,89	2,49	2,37	1,94	1,74
trans-α-bergamoteno	1,16		1,94	1,51	3,92	2,37	4,71	1,61	4,49	2,22
aromadendreno	0,46	0,59	0,55	0,72						
α-guaieno						0,91	1,11	0,84	1,09	0,89
α-humuleno	3,05	3,96	4,17	4,63	5,09	5,98	6,65	5,59	6,94	5,79
allo-aromadendreno	0,32	0,45	0,35	0,37	0,31					
cis-cadina-1(6),4-dieno	0,35	0,47	0,35	0,28	0,62					
γ-muuroleno	1,56	2,81	2,56	2,67	3,18	4,22	4,46	3,80	4,53	3,93

Constituintes	DES inverno amazônico					HD Inverno amazônico				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
germacreno D	1,06	1,36	1,00	0,90	1,14	1,90	1,58	1,62	1,64	1,57
(E)- β -ionona	0,73	0,85	0,78	0,82	0,96	1,00	1,14	0,96	1,19	0,97
viridifloreno	1,58	2,01	1,66	1,72	2,11	2,67	3,33	2,44	2,92	2,46
α -muuroleno	1,11	1,39	1,08	1,27	1,38	1,94	2,07	1,87	2,11	1,84
(E,E)- α -farneseno	0,92	1,39	1,39	1,13	1,15					
γ -cadineno	1,15	1,41	1,19	1,24	1,36	1,84	1,97	1,71	1,93	1,78
δ -cadineo	5,42	6,08	5,70	5,77	6,84	8,86	9,56	7,60	9,35	8,01
trans-cadina-1,4-dieno	0,83	0,91	0,68	0,74	1,14	1,21	1,25	1,16	1,22	1,16
α -cadineno	0,19	0,48	0,32	0,43	0,21	0,62	0,61	0,53	0,68	
α -calacoreno	0,50	0,82	0,52	0,62	0,86	0,81	1,12	0,84	1,11	1,36
(E)-nerolidol	0,75	1,21	0,87	0,87	1,12	1,10	1,39	1,34	1,36	1,23
benzoato de (3Z)-hexenila	1,30	1,71	1,18	0,94	1,06	1,85	1,20	1,79	1,24	1,64
dendrolasina	0,79	1,09	1,14	1,03	0,57					
gleenol	0,51	1,46	1,01	0,94	1,41	1,34	1,36	1,61		
viridiflorol	0,58	1,00	0,51	0,43	0,91		1,15			0,63
epóxido de humuleno II	0,12	0,24			0,25					
dilapiol				0,23						
1-epi-cubenol	0,78	1,65	0,78	0,90	1,21	1,22	1,52	1,70	1,11	1,44
cis-cadin-4-en-7-ol										
cariofila-4(12),8(13)-dien-5-ol	0,10									
epi- α -muurolol										
α -muurolol	0,91	2,18	0,76	1,03	1,11					
cubenol	0,27		0,19	0,27	0,32	1,41	1,47	1,91	1,19	1,28
α -cadinol	0,70	1,47	0,75	0,90	0,75	1,20	0,83	1,40	0,93	1,20

Constituintes	DES inverno amazônico					HD Inverno amazônico				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
cadaleno					0,19		0,30			
heptadecano	0,15	0,49			0,24					
hexadecanal	0,12	0,20			0,08					
cinamato de (3Z)-hexenila		0,19								
Heptadecanal	0,12									
octadecanal	1,20	1,57	0,93	0,38	0,65					
(5E,9E)-farnesil acetona							0,28		0,19	
(E,E)-geranil linalol		0,06								
Total	93,15	92,45	97,16	97,48	93,41	92,99	93,54	90,41	93,00	96,31

3.5. CONCLUSÃO

No rendimento do óleo essencial de *Platonia insignis* nos quinze espécimes não houve uma variação sazonal significativa.

Os dados obtidos indicaram ocorrência de variação química intra-específica na espécie *Platonia insignis*, assim como variação quantitativa do teor dos constituintes químicos em função da sazonalidade.

3.6. REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4 ed. Carol Stream, Illinois: Allured Publishing Corporation, 2007. 804p.
- ALVES, S. M.; JENNINGS, W. G. Volatiles composition of certain Amazonian fruits. **Food Chemistry**, v.4, p.149-159, 1979.
- BENTES, M. H. S.; SERRUYA, H.; ROCHA-FILHO, G. N.; GODOY, R. L. O.; CABRAL, J. A. S.; MAIA, J. G. S. Estudo químico das sementes de bacuri. **Acta Amazonica**, v.16\17, n.9, p. 363-368, 1986.
- BORGES, E. S.; REZENDE, C. M. Main aroma constituents of Genipap (*Genipa americana* L.) and Bacuri (*Platonia insignis* M.). **Journal of Essential Oil Research**, n. 12, p.71-74, 2000.
- BOULANGER, R. CROUZET, J. Changes of volatiles compounds during heating of bacuri pulp. **Journal Agricultural and food chemistry**. v. 49, n.12, p 5911-5915, 2001.
- BOULANGER, R.; CHASSAGNE, D.; CROUZET, J. Free and bound flavour components of Amazonian fruits. Bacuri. **Flavour Fragrance Journal** v.14. p. 303-311. 1999.
- DOOL, D. H. KRATZ. P. D. J. Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**., v. 11, p. 463-471, 1963.
- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. 62p. (Manual, n.4).
- FRANCO, M. R. B. **Aroma e sabor de alimentos**. São Paulo: Varela, p.93-95. 2003.
- GUEDES, Z. B. L.; ORIÁ, H. F.; SANTOS, M. S. S. A.; BARROSO, M. A. T.; HOLANDA, L. F. F. Estudo da fração lipídica da amêndoa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.). B. CEPPA. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 23-27. 1990.
- HILDITCH, T. P.; PATHAK, S. P. The component glycerides of bacury (*Platonia insignis* Mart.) seed fat. **Journal Chemical Society**, 1949. p. 87-90. Disponível em: <<http://pubs.rcs.org/doi/10.1039.JR9490000S87>>. Acesso em: 9 maio 2011.
- MONTEIRO, A. R.; MEIRELES, M. A. A.; MARQUES, M. O. M.; PETENATE, A. J. Extraction of the Soluble Material from the Shells of the Bacuri Fruits (*Platonia insignis* Mart) with Pressurized CO₂ and others Solvents.; **Journal Supercritical Fluids**., n.11, p. 91-102, 1997.

- PECHNICK, E.; Chaves, J. M. Contribuição para o estudo da constituição química da gordura de bacuri (*Platonia insignis* Mart.). **Revista Química Industrial**. 4, 418-419.
- ROGÉZ, H; BUXANT, R.; MIGNOLET, E; SOUZA, J. N. S.; SILVA E.M.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits : araca-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **European Food Research Technology**. v.218. p.-380-384, 2004.
- SANTOS. M. S. S. A. **Caracterização física, química e tecnológica do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e seus produtos**. Fortaleza. 1982. 63f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. 1982.
- SILVA, R. A. C; SOUSA, T.O, CAVALCANTE, M. V. S; CITÓ, A. M. G. L; LIMA, S. G; SAFFI, J; JÚNIOR, J. S. C Análise por espectrometria de massas do óleo da semente de *Platonia insignis* Mart.. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009.
- SOUSA, C. M .M.; CARVALHO, A. A.; CHAVES, M. H. Constituintes químicos voláteis e não voláteis de cascas do fruto bacuri (*Platonia insignis*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009.
- VILLACHICA, H.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H., DIAZ, S. C., ALMANZA, M. **Frutales y hortalizas promissoras de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazônica. Secretaria Pró-Tempore. 1996. p.152-156 (Publicaciones, 44).

4. ANEXO I

Índice de Retenção dos Constituintes Químicos Identificados

Constituintes	IR calc.	Constituintes	IR calc.
(3E)-hexenal	812	α -gurjuneno	1415
(2E)-hexenal	861	β -cariofileno	1427
ácido hexanóico	978	β -gurjuneno	1436
acetofenona	1067	trans- α -bergamoteno	1442
limoneno	1031	α -guaiano	1444
álcool benzílico	1035	aromadendreno	1446
(Z)- β -ocimeno	1041	α -humuleno	1463
(E)- β -ocimeno	1052	allo-aromadendreno	1466
óxido de cis-linalol (furanóide)	1076	cis-cadina-1(6),4-dieno	1467
ácido heptanóico	1083	trans-cadina-1(6),4-dieno	1480
óxido de trans-linalol (furanóide)	1090	α -muuroleno	1483
terpinoleno	1095	germacreno D	1488
linalol	1104	(E)- β -ionona	1491
allo-ocimeno	1132	β -selineno	1494
(2E,6Z)-nonadienal	1155	viridifloreno	1501
(2E)-nonenal	1161	γ -muuroleno	1506
ácido octanóico	1176	(E,E)- α -farneseno	1512
naftaleno	1186	α -cadineno	1520
α -terpineol	1197	γ -cadineno	1529
safranal	1204	trans-cadina-1,4-dieno	1538
β -ciclocitral	1227	δ -cadineno	1542
nerol	1231	α -calacoreno	1546
neral	1244	(E)-nerolidol	1565
(3Z)-butanoato de 3-metilhexenila	1238	benzoato de (3Z)-hexenila	1573
geraniol	1256	dendrolasina	1579
(2E)-decenal	1263	óxido de cariofileno	1586
geranial	1273	gleenol	1587
safrol	1292	viridiflorol	1592
4-vinil-2-metoxifenol	1317	globulol	1594
benzoato de iso-butila	1294	rosifoliol	1603
tiglato de (3Z)-hexenila	1327	epóxido de humuleno II	1612
δ -elemeno	1341	1,10-di-epi-cubenol	1618
α -cubebeno	1353	dilapiol	1628
α -ilangeno	1378	1-epi-cubenol	1631
α -copaeno	1382	cis-cadin-4-em-7-ol	1637
hexanoato de (3Z)-hexenila	1383	cariofila-4(12),8(13)-dien-5-ol	1642
β -bourboneno	1391	epi- α -muurolol	1646
β -elemeno	1396	cubenol	1647

Constituintes	IR calc.
α -muurolol	1651
α -cadinol	1662
cadaleno	1681
14-oxi- α -muuroleno	1776
hexadecanal	1818
hexadecanol	1882
cinamato de (3Z)-hexenila	1887
nonadecano	1900
ácido hexadecanóico	1968
heptadecanal	1921
(5E,9E)-farnesil acetona	1923
fitol	1950
octadecanal	2023
(E,E)-geranil linalol	2035
octadecanol	2085
linoleato de etila	2206

5. ANEXO II

Cromatogramas

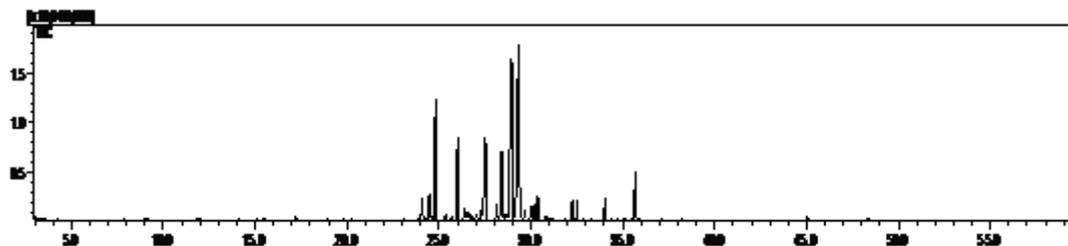


Figura 18. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 (α -selineno e β -selineno) de *Platonia insignis* ativo do município de Mosqueiro período chuvoso. (BADM-1F)

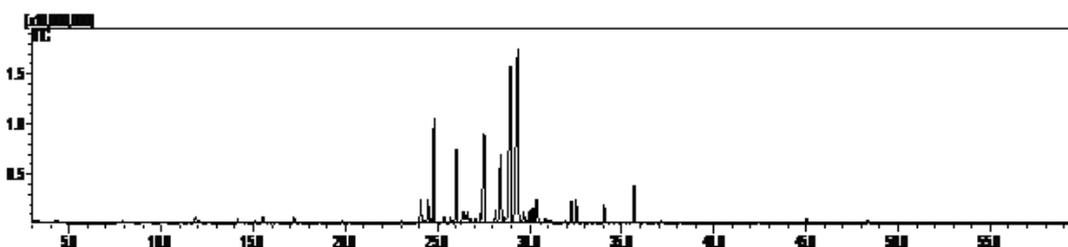


Figura 19. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de .Mosqueiro período chuvoso.. (BADM-2F).

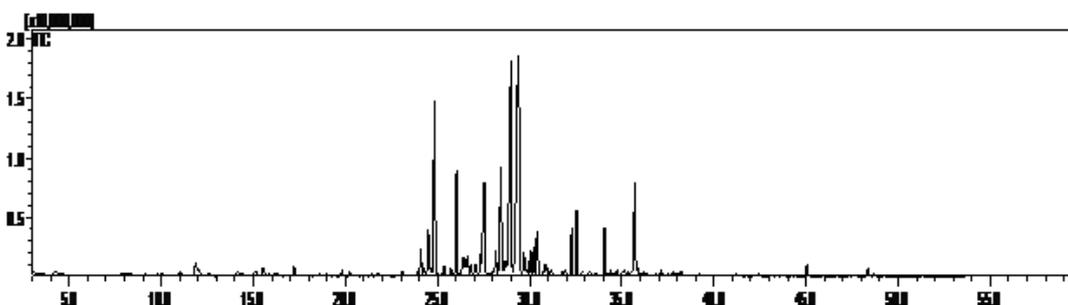


Figura 20. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de .Mosqueiro período chuvoso. (BADM-3F).

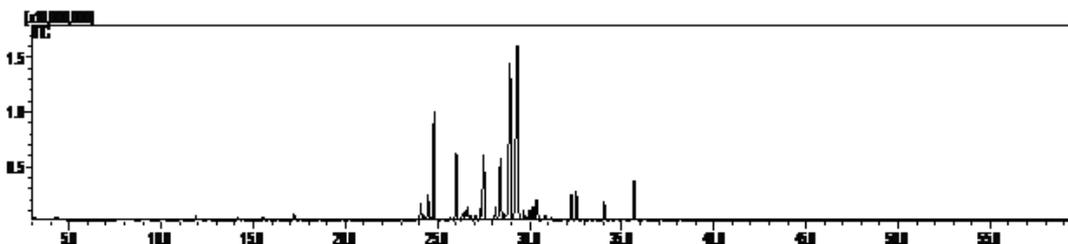


Figura 21. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro.período chuvoso (BADM-4F).

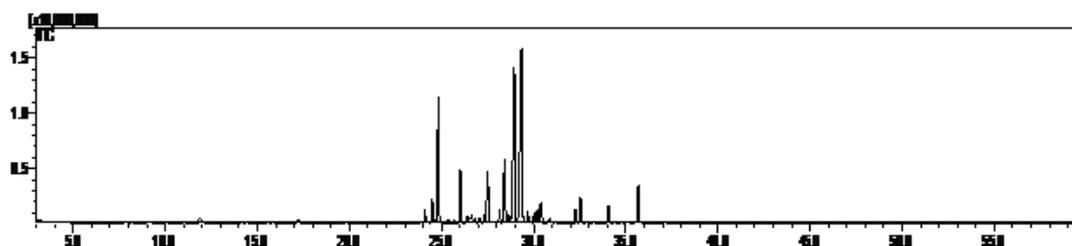


Figura 22. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro, período chuvoso (BADM-5F).

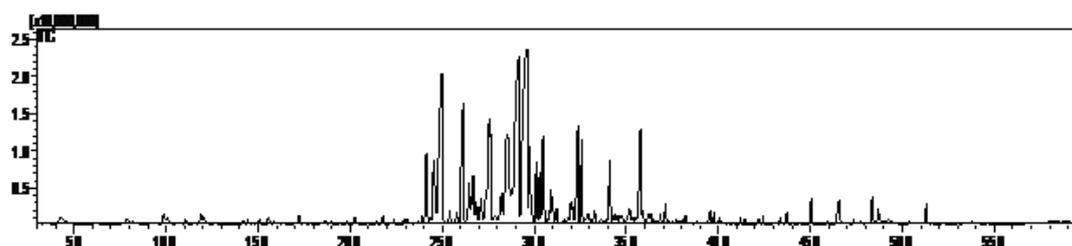


Figura 23. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 (α -selineno e β -selineno) de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M1-F).

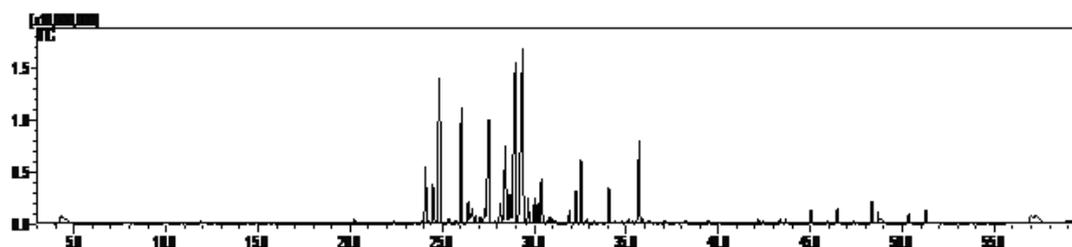


Figura 24. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M2-F).

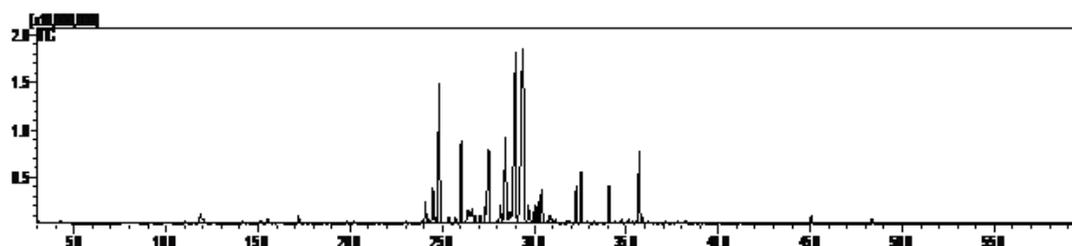


Figura 25. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M3-F).

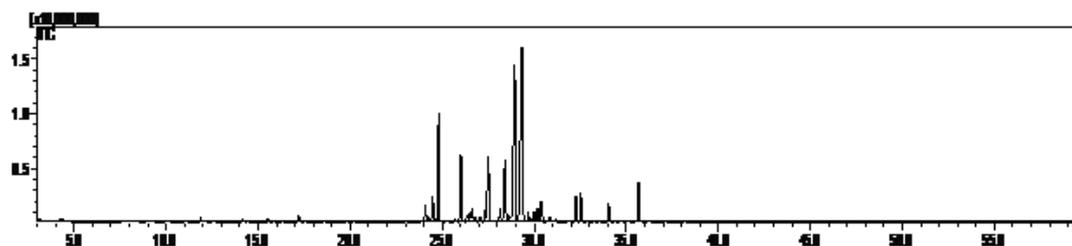


Figura 26. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M4-F).

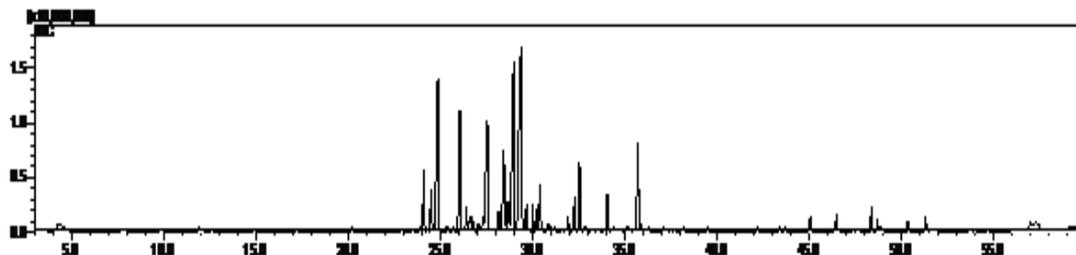


Figura 27. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Mosqueiro período seco. (BAD-M5-F).

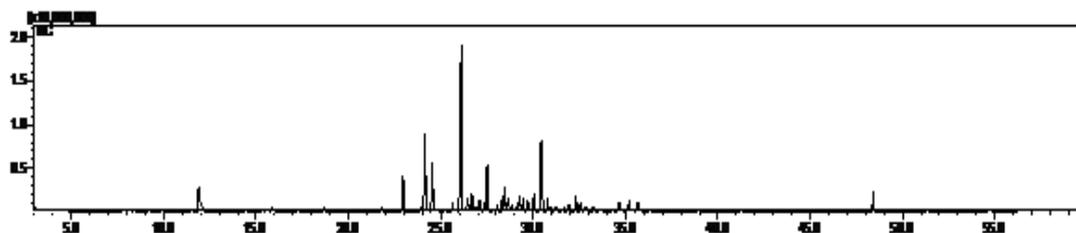


Figura 28. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período chuvoso. (BAD-1F).

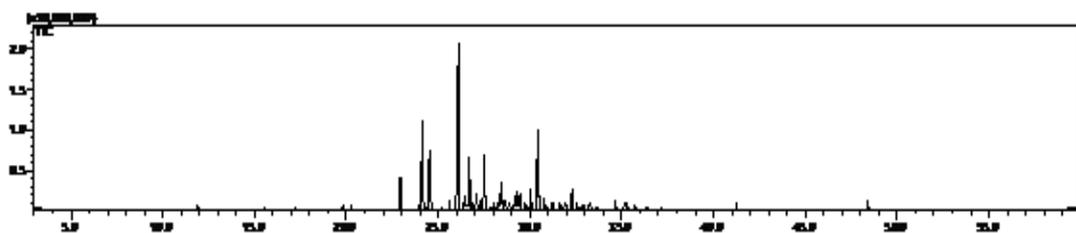


Figura 29. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período chuvoso. (BAD-2-F).

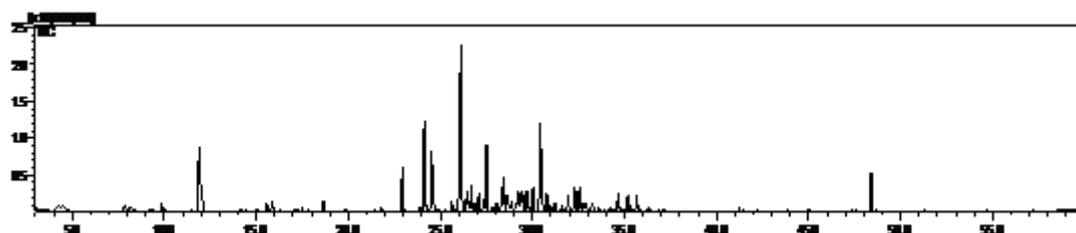


Figura 30. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período chuvoso. (BAD-3-F).

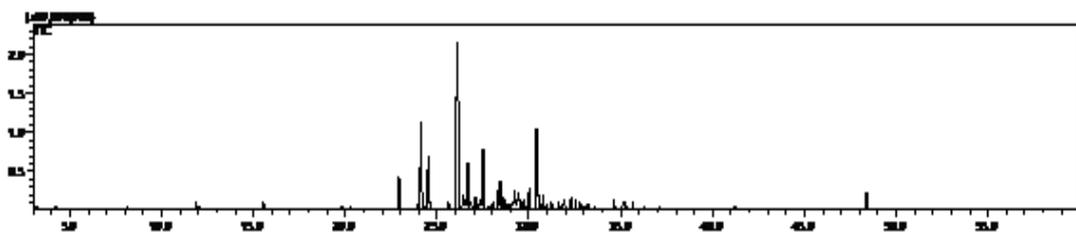


Figura 31. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período chuvoso. (BAD-4-F).

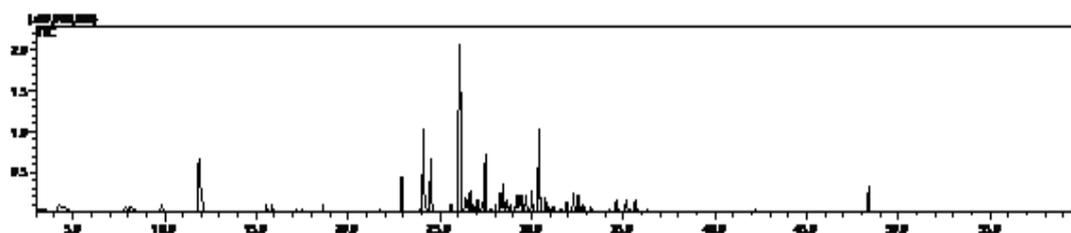


Figura 32. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período chuvoso. (BAD-5-F).

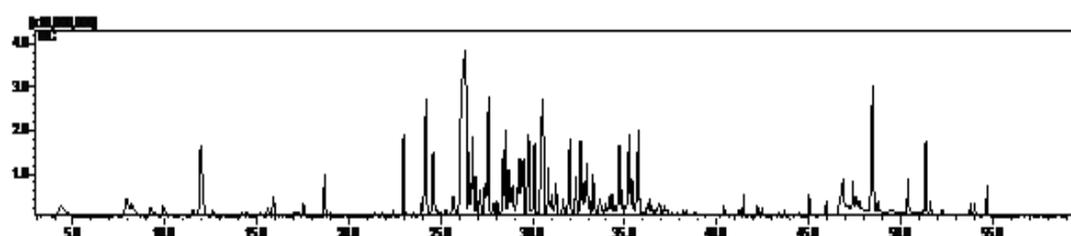


Figura 33. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período seco. (BAD-1-F).

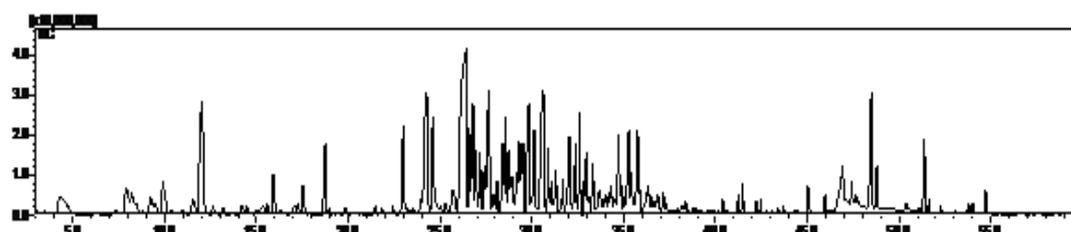


Figura 34. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período seco. (BAD-2-F).

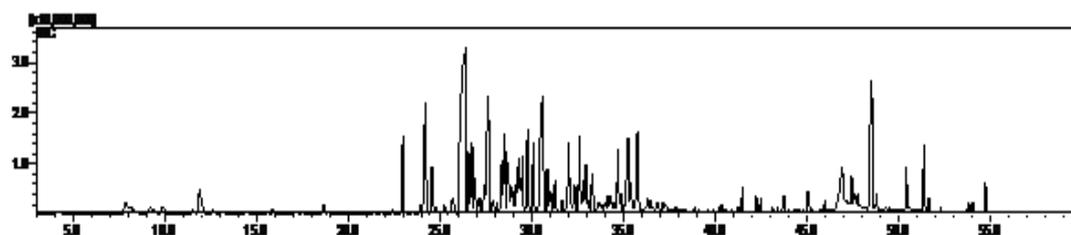


Figura 35. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período seco. (BAD-3-F).

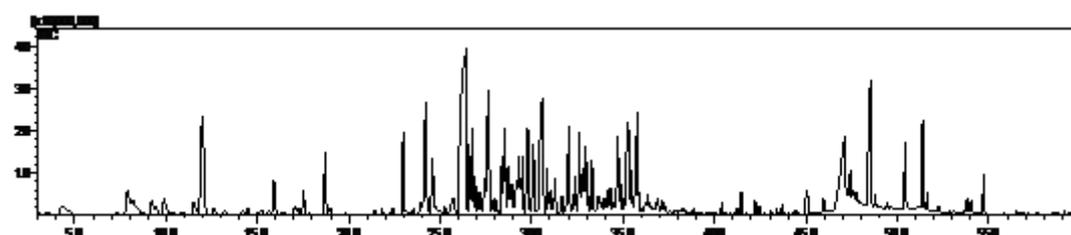


Figura 36. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período seco. (BAD-4-F).

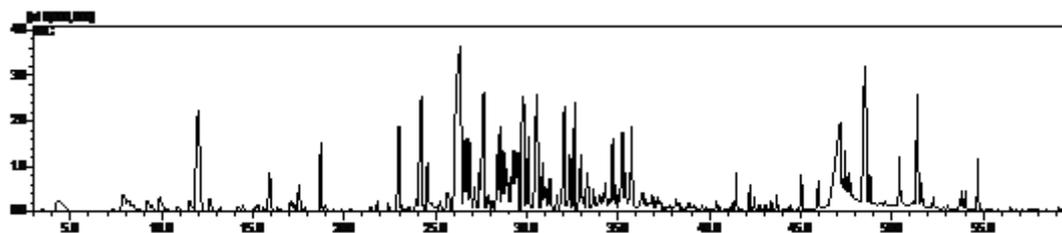


Figura 37. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonia insignis* nativo do município de Bragança período seco. (BAD-5-F).

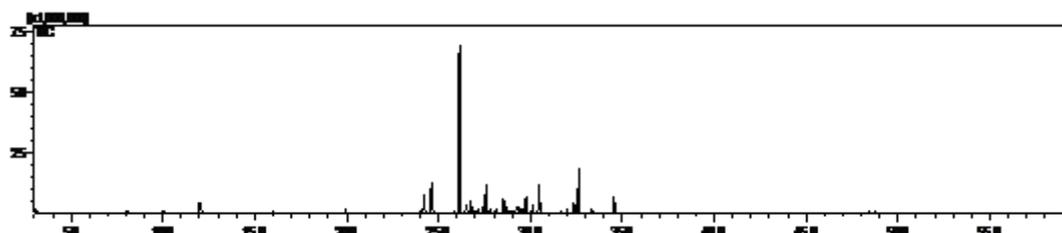


Figura 38. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de *Platonia insignis* nativo do município de São Caetano período chuvoso. (BADSC-1-F).

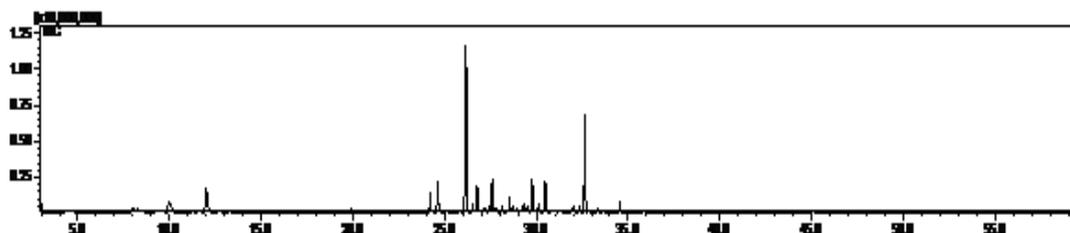


Figura 39. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonia insignis* nativo do município de São Caetano período chuvoso. (BADSC-2-F).

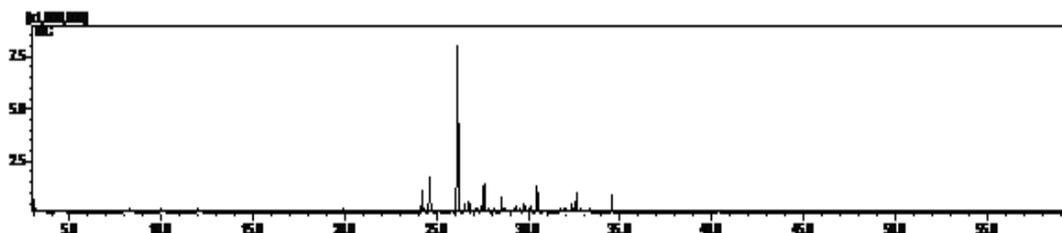


Figura 40. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonia insignis* nativo do município de São Caetano período chuvoso. (BADSC-3-F).

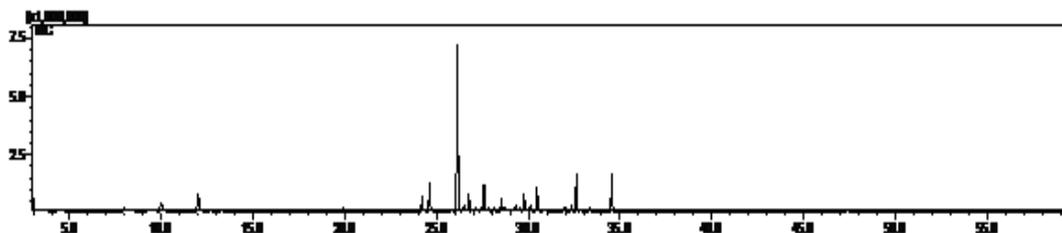


Figura 41. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonia insignis* nativo do município de São Caetano período chuvoso. (BADSC-4-F).

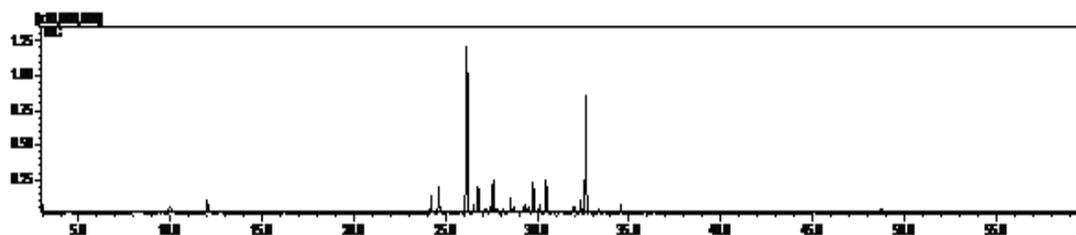


Figura 42. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período chuvoso. (BADSC-5F).

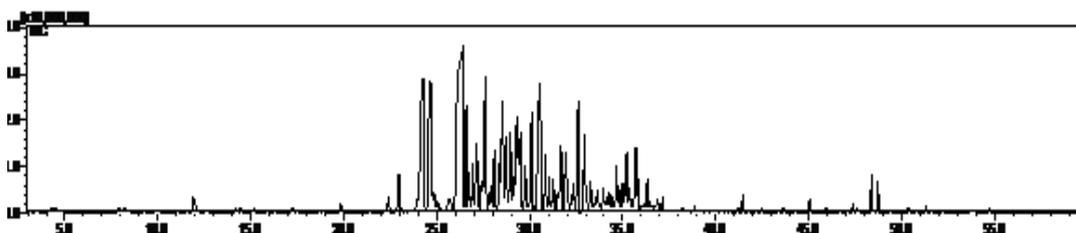


Figura 43. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 1 β -cariofileno de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período seco. (BADSC-1-F).

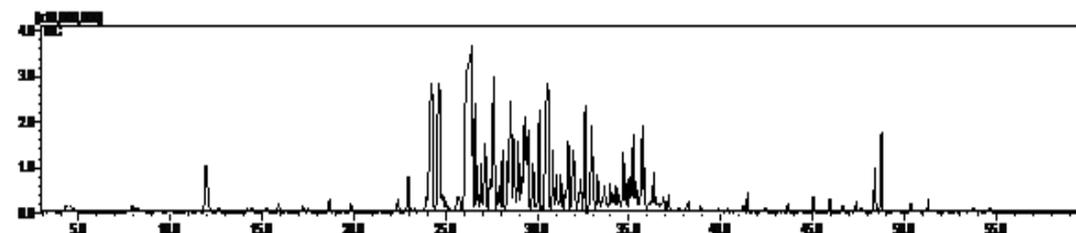


Figura 44. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 2 de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período seco. (BADSC-2-F).

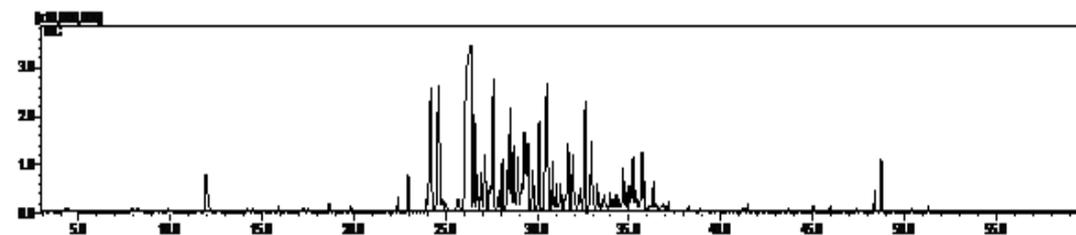


Figura 45. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 3 de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período seco. (BADSC-3-F).

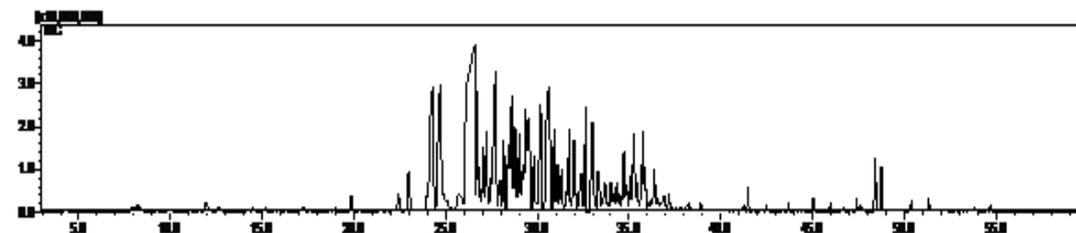


Figura 46. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 4 de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período seco. (BADSC-4-F).

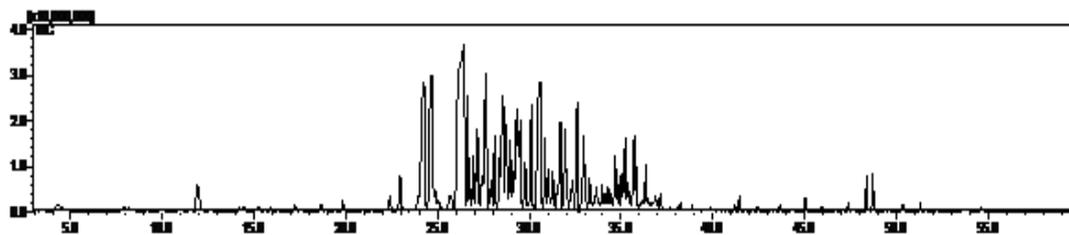


Figura 47. Cromatograma de íons total do óleo essencial das folhas do espécime 5 de *Platonía insignis* nativo do município de São Caetano período seco. (BADSC-5-F).