



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA -
PPGEQ

LETÍCIA MARIA MARTINS SIQUEIRA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NO RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DE**
Croton matourensis AUBL.

BELÉM

2018

LETÍCIA MARIA MARTINS SIQUEIRA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NO RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Croton matourensis AUBL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Química.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Davi do Socorro Barros Brasil

BELÉM

2018

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA NO RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO
QUÍMICA E DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Croton matourensis AUBL.**

DATA DA AVALIAÇÃO: ____/____/____

RESULTADO: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Davi do Socorro Barros Brasil
(FEQ – ITEC – UFPA – Orientador)

Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Maria Leal Costa
(FEQ – ITEC – UFPA)

Dr^ª. Elza Brandão Santana
(FEQ – ITEC – UFPA)

Dr^ª. Silvana de Oliveira Silva Trindade
(SEDUC)

BELÉM

2018

Dedico este trabalho a Deus, minha família e amigos, os quais sempre me deram forças e apoio para chegar aqui. O companheirismo e amor de vocês foi essencial para minha dissertação. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Ao **Deus Pai**, por me permitir e me dar forças nessa caminhada, onde muitas vezes foi complicada, mas com fé nele consegui chegar ao final dessa dissertação.

A minha família, que amo muito, mãe **Maria Luiza Siqueira** e pai **Jose Peixoto Siqueira**, minhas irmãs **Juliana Siqueira** e **Patrícia Siqueira** e meus sobrinhos amados **Ana Luisa Siqueira** e **Danilo Siqueira** pelo seu amor e apoio incondicional, não seria nada sem vocês, vocês são a minha base e minha vida.

A minha tia, **Antônia Martins** segunda mãe pelo seu apoio e carinho e minha prima **Ana Paula Martins** pela sua ajuda e apoio.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. **Davi do Socorro Barros Brasil** pela oportunidade, ajuda, parceria, amizade, alegria e dedicação de sempre.

A professora, **Eloisa de Andrade** pela parceria e ajuda nas análises realizadas.

Às amigas, **Dayse Lúcia do Nascimento Brandão**, **Ana Luisa**, **Rafaela Oliveira Pinheiro** pela parceria, dedicação e apoio nas análises realizadas, sempre gentis e atenciosas.

A minha amiga e parceira, **Joélia Guerra** pelas palavras de incentivo, força e carinho.

Aos meus grandes amigos da Engenharia Química 2008, **Cintya Cordovil**, **Luiz Felipe Pereira**, **Melina Murata**, **Fabio Pontes** e **Elenilson Cabral** pelo apoio, amor e parceria, vocês foram muito importantes nessa caminhada.

Aos meus amigos e parceiros de laboratório, **Alexandre Moraes**, **Sonia Almeida**, **Alefhe Bernard**, **Nayara Silva**, **Gysa**, **Bruna Amanda**, **Fábio Bruno**, **Kelly Cristina**, **Fabiana Nascimento**, **Silvana Oliveira** e **Rafael Maia** pelo carinho, amizade, apoio e alegria de todos os dias, amo vocês.

RESUMO

O *Croton matourensis* AUBL é uma Euphorbiaceae conhecida popularmente como “Coroatá” e “Maravuvia”, é a espécie de mais ampla distribuição na Amazônia brasileira e estudos sobre a composição química e atividade biológica dessa espécie são escassos na literatura científica. Este trabalho tem como objetivo avaliar a influencia da granulometria no rendimento, na composição química dos óleos essenciais da casca, galho e folha e na análise microbiológica dos óleos extraídos da folha do *Croton matourensis*. Os óleos essenciais foram obtidos por hidrodestilação e sua composição química foi determinada por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM). Para a análise microbiológica foi utilizado o método de microdiluição, cujo objetivo foi à determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) de todos os ensaios frente às cepas bacterianas e fúngica estuda. Na análise química foram identificados na casca 46 compostos para a granulometria fina (CGF), 39 compostos para a granulometria média (CGM) e 49 compostos para a granulometria grossa (CGG), sendo os majoritários para a granulometria fina (GF): α -pineno (20,97%), linalol (11,84%), 1,8-cineol (8,89%); granulometria média (GM): linalol (46,53%), α -terpineol (9,56%), terpineno-4-ol (5,02%) e granulometria grossa (GG): linalol (36,96%), 1,8-cineol (14,56%), α -pineno (10,3%). Para a folha foram identificados 53 CGF, 61 CGM e 62 CGG, sendo os majoritários (GF): linalol (19,87%), E-cariofileno (13,24), óxido de cariofileno (8,17%), (GM): linalol (24,73%), α -pineno (15,52%), ρ -cimeno (15,15%), (GG): linalol (22,59%), α -pineno (15,93%), ρ -cimeno (9,92%) e para os óleos voláteis do galho foram identificados 49 CGF, 36 CGM e 28 CGG, sendo os majoritários em GF: NI1 (35,54%), NI2 (10,65%), óxido de cariofileno (4,73%), na GM: NI1 (32,37%), linalol (12,23%), NI2 (9,69%) e na GG: NI1 (40,33%), linalol (21,76%), NI2 (9,46%). Na análise microbiana a amostra da folha com granulometria média apresentou o melhor resultado, pois inibiu o crescimento das quatro bactérias *P. mirabilis*, *P.aerug*, *S. aureus*, *S. typhi* e do fungo *C. albicans*, enquanto que a amostra da folha fina somente não inibiu o crescimento da bactéria *S. typhi* e a amostra da folha grossa só inibiu o crescimento da *P.aerug*. Os resultados obtidos nas análises realizadas nessa pesquisa mostrou que a análise granulométricas influencia diretamente no rendimento, caracterização química e análise microbiológica das partes estudadas do *C. matourensis*.

Palavras-chave: *Croton*, análise granulométrica, caracterização química, atividade antimicrobiológica.

ABSTRACT

Croton matourensis AUBL. is an Euphorbiaceae popularly known as “Coroatá” and “Maravuvia”, is the most widely distributed species in the Brazilian Amazon and studies on the chemical composition and biological activity of this species are scarce in the scientific literature. The objective of this study is to evaluate the influence of granulometry on yield, in the chemical composition of the essential oils of the bark, twig and leaf and in the microbiological analysis of oils extracted from the leaf of *Croton matourensis*. The essential oils were obtained by hydrodistillation and its chemical composition was determined by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (CG-EM). For the microbiological analysis the microdilution method was used, whose objective was the determination of the Minimum Inhibitory Concentration (CIM) of all bacterial strains and fungal strains tested. In the chemical analysis forty six compounds were identified in the bark for the fine granulometry (CGF), thirty nine compounds for the average particle size (CGM) e forty nine compounds for coarse granulometry (CGG), being the majority in fine granulometry (GF): α -pinene (20,97%), linalool (11,84%), 1,8-cineole (8,89%); average particle size (GM): linalool (46,53%), α -terpineole (9,56%), terpinen-4-ol (5,02%) and thick granulometry (GG): linalool (36,96%), 1,8-cineole (14,56%), α -pinene (10,3%). For the leaf were identified fifty three (CGF), sixty one (CGM) and sixty two (CGG), being the majority (GF): linalool (19,87%), E-caryophyllene (13,24%) and caryophyllene oxide (8,17%); (GM): linalool (24,73%), α -pinene (15,52%), ρ -cymene (15,15%); (GG): linalool (22,59%), α -pinene (15,93%), ρ -cymene (9,92%) and for the volatile oils of the branch were identified forty nine (CGF), Thirty six (CGM) e twenty eight (CGG), being the majority (GF): NI1 (35,54%), NI2 (10,65%), caryophyllene oxide (4,73%); (GM): NI1 (32,37%), linalool (12,23%), NI2 (9,69%) e (GG): NI1 (40,33%), linalool (21,76%), NI2 (9,46%). In the microbial analysis the leaf medium presented the best result because inhibited the growth of the four bacteria *P. mirabilis*, *P.aerug*, *S. aureus*, *S. typhi* and fungus *C. albicans*, while the thin leaf sample only did not inhebited the growth of the bacterium *S. typhi* and the thick leaf sample only inhibited the growth of *P.aerug*. The results obtained in the analyzes carried out in this research showed that the particle size analysis directly influences the yield, chemical characterization and microbiological analysis of the studied parts of the *C. matourensis* AUBL.

Key words: *Croton*, granulometric analysis, chemical characterization, antimicrobial activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - <i>Croton matourensis</i> AUBL. A) Ramo com inflorescência bissexuada, B) Detalhe da inflorescência com flores estaminadas em fascículos; C) Florestaminada; D) Flor pistilada; E) Gineceu ; F) Fruto.	20
Figura 2 - Esquema do aparelho tipo clevenger	28
Figura 3 - Galho do <i>Croton matourensis</i>	35
Figura 4 - Folha do <i>Croton matourensis</i>	36
Figura 5 - Casca do <i>Croton matourensis</i>	36
Figura 6 - Sistema de extração tipo Clevenger.....	38
Figura 7 - Placa de 96 poços para os testes de Concentração Inibitória Mínima	41
Figura 8 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó da casca do <i>Croton matourensis</i> ...	43
Figura 9 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó da folha do <i>Croton matourensis</i> ...	43
Figura 10 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó do galho do <i>Croton matourensis</i> .	44
Figura 11 - Análise granulométrica – Casca – Fração Grossa	45
Figura 12 - Análise granulométrica – Casca – Fração Média	45
Figura 13 - Análise granulométrica – Casca – Fração Fina	45
Figura 14 - Análise granulométrica – Folha – Fração Grossa.....	46
Figura 15 - Análise granulométrica – Folha – Fração Média.....	46
Figura 16 - Análise granulométrica – Folha – Fração Fina.....	46
Figura 17 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Grossa.....	47
Figura 18 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Média	47
Figura 19 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Fina.....	47
Figura 20 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários da casca	53
Figura 21 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários da folha.....	55
Figura 22 - Dendograma em função dos 11 componentes majoritários para a Folha	56
Figura 23 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos	82
Figura 24 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos.....	82
Figura 25 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos.....	83
Figura 26 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos	83

Figura 27 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos.....	84
Figura 28 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos	84
Figura 29 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos	85
Figura 30 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos.....	85
Figura 31 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados da casca de <i>C. matourensis</i> utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter.	42
Tabela 2 - Dados da folha de <i>C. matourensis</i> utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter	42
Tabela 3 - Dados do galho de <i>C. matourensis</i> utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter	43
Tabela 4 - Diâmetro médio da casca para cada classificação	48
Tabela 5 - Diâmetro médio da folha para cada classificação	48
Tabela 6 - Diâmetro médio do galho para cada classificação	48
Tabela 7 - Teor de umidade das três partes da planta.....	48
Tabela 8 - Rendimento em função da granulometria (casca)	49
Tabela 9 - Rendimento em função da granulometria (folha).....	49
Tabela 10 - Rendimento em função da granulometria (galho).....	49
Tabela 11 - Constituintes majoritários dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa.	51
Tabela 12 - Componentes majoritários da casca	52
Tabela 13 - Componentes majoritários da folha.....	54
Tabela 14 - Componentes majoritários do galho.....	57
Tabela 15 - Valores dos resultados da Concentração Inibitória Mínima	62
Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa.	88

LISTA DE ABREVEATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
µg	Micrograma
µL	Microlitro
µm	Micrometro
AA	Alta atividade
ATCC	<i>American Type culture collection</i>
BLU	Base Livre de Umidade
<i>C. albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
C.	<i>Croton</i>
CA	Com Atividade
CIM	Concentração Inibitória Mínima
Cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de Carbono
CG	Cromatografia Gasosa
CG-EM	Cromatografia Gasosa acoplada a Espectroscopia de Massas
CGF	Composto Granulometria Fina
CGM	Composto Granulometria Média
CGG	Composto Granulometria Grossa
DMAPP	Difosfato de Dimetilalila
eV	Eletron Volt
FF	Folha Fina
FG	Folha Grossa
FM	Folha Média
GPP	Geranil Difosfato
g	Gramas
GF	Granulometria Fina
GM	Granulometria Média
GG	Granulometria Grossa
H	Hora

I	Inativo
IR	Índice de Retenção
IPP	Difosfato de Isopentenila
IV	Espectroscopia no Infravermelho
Kg	Kilograma
L	Litro
LPP	Linalil-PP
Mg	Miligrama
MHC	Caldo Muller-Hinton
Min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MTT	Sal de Tetrazólio
NI	Não Identificado
NPP	Neril-PP
NaSO ₄	Sulfato de Sódio
<i>P. mirabilis</i>	<i>Proteus mirabilis</i>
<i>P. aeruginosa</i>	<i>Pseudomona aeruginosa</i>
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>S. typhi</i>	<i>Salmonella typhi</i>
SA	Sem Atividade
UV	Ultravioleta
Mg	Micrograma
μL	Microlitro

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 A FAMÍLIA EUPHORBIACEAE	17
3.2 O GÊNERO <i>CROTON</i>	17
3.2.1 <i>Croton matourensis</i> AUBL.	19
3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS.....	21
3.3.1 Composição Química	22
3.3.2 Fatores que influenciam a química dos óleos essenciais	24
3.4 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	26
3.4.1 Método de destilação	26
3.5 MÉTODOS DE ANÁLISE	28
3.5.1 Método de cromatografia gasosa (CG)	29
3.6 ATIVIDADE MICROBIANA	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1 MATERIAL	35
4.1.1 Coleta e processamento do material vegetal	35
4.2 MÉTODOS	36
4.2.1 Análise Granulométrica	36
4.2.2 Determinação do teor de Umidade	37
4.2.3 Extração dos óleos essenciais	37
4.2.4 Cálculo de rendimento dos óleos essenciais	38
4.3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS.....	39
4.3.1 Método de CG(EM)	39
4.3.2 Análise Estatística	39
4.3.2.1 Minitab	39
4.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MICROBIANA.....	39
4.4.1 Preparo dos meios de cultura	40
4.4.2 Método de microdiluição para a determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)	40

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 ESTUDOS FARMACOGNÓSTICOS	42
5.1.1 Análise Granulométrica da casca, folha e galho do <i>C. matourensis</i>	42
5.1.2 Determinação da Umidade da casca, galho e folha na classificação fino, médio e grosso do <i>C. matourensis</i>	48
5.2 ESTUDO FITOQUÍMICO	49
5.2.1 Análise do Rendimento da casca, galho e folha nas granulometrias fina, média e grossa	49
5.2.2 Caracterização química da casca, galho e folha nas granulometrias fina, média e grossa	50
5.2.2.1 Caracterização química dos óleos essenciais da casca nas granulometrias fina, média e grossa.	52
5.2.2.2 Caracterização química dos óleos essenciais da folha nas granulometrias fina, média e grossa.	54
5.2.2.3 Caracterização química dos óleos essenciais do galho nas granulometrias fina, média e grossa.	57
5.2.2.4 Comparação da Caracterização química das três partes da planta: casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa	60
5.2.3 Análise da Atividade Antimicrobiana da folha nas granulometrias fina, média e grossa	62
6 CONCLUSÃO.....	65
6.1 CONCLUSÃO GERAL	65
6.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS	65
7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	67
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE	80
APÊNDICE A - CROMATOGRAMAS DOS ÓLEOS DA CASCA, FOLHA E GALHO NAS GRANULOMETRIAS FINA, MÉDIA E GROSSA DE <i>CROTON MATOURENSIS</i> AUBL. COM A SINALIZAÇÃO DOS COMPOSTOS IDENTIFICADOS	81
APÊNDICE B - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA, FOLHA E GALHO NAS GRANULOMETRIAS FINA, MÉDIA E GROSSA.....	87

1 INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae é uma das mais diversificadas e complexas entre as Angiospermas, com cerca de 320 gêneros e 8700 espécies (LIMA, 2006; STEINMANN, 2002). *Croton* é o segundo maior e mais diverso gênero de Euphorbiaceae e o Brasil, com aproximadamente 300 espécies é um dos principais centros de diversidade do gênero, sendo o país melhor representado da América do Sul. (BERRY et al., 2005).

A química do gênero *Croton* é consideravelmente diversa, fato que qualifica o grupo como altamente promissor para estudos de prospecção de substâncias naturais farmacologicamente ativas, sendo, por este motivo, alvo de pesquisas tanto em estudos fitoquímicos como para testes de suas atividades biológicas (RANDAU et al., 2004).

As espécies desse gênero são ricas em metabólitos secundários, tais como, terpenoides, alcaloides e compostos fenólicos, e possuem um grande potencial econômico, principalmente para a indústria farmacêutica, devido às propriedades medicinais que estes metabólitos conferem a muitas espécies. A partir dessas informações a importância econômica desse gênero tem se tornado cada vez mais reconhecida. (RANDAU et al., 2004; PAYO, et al., 2001, PASSOS et al., 2009).

O gênero *Croton*, por apresentar elevada produção de óleos essenciais e diversos metabólitos secundários tem sido utilizado na medicina popular, possuindo algumas espécies, com propriedades terapêuticas comprovadas. No Brasil algumas espécies da região amazônica representam um recurso medicinal de grande importância no tratamento de várias doenças. Um exemplo é *C. cajucara* Benth, cujos extratos possuem atividades antioxidante, antifúngica, anti-inflamatória, antilipidêmica, sendo usadas no combate da diabetes, diarreias, afecções do trato gastrointestinal, malária, febre, no controle de colesterol, dentre outras. (SOUZA et al., 2006). Outros que tiveram suas constituições químicas e atividades biológicas analisadas e comprovadas destacam-se: *Croton argyrophylloides* Mull. Arg. –antimicrobiana, *Croton urucurana* Baill., *Croton sonderianus* Mull. Arg. –alelopática, *Croton zehntineri* Pax. & K. Hoffm – anti-inflamatória e *Croton nepetaefolius* Baill. – antioxidante (MORAIS et al., 2006; CALEDONIO, 2008; OLIVEIRA et al., 2008; BRITO, 2010; AZEVEDO, 2010).

Croton matourensis AUBL. é uma Euphorbiaceae conhecida popularmente como “Coroatá”, “Maravuvia” (Pará); “dima” (Amazonas) e sangra-d’água (Mato Grosso). É a espécie de mais ampla distribuição na Amazônia brasileira, tendo sido coletada em todos os estados da região (GUIMARÃES, SECCO, 2010). Estudos sobre a composição química e atividade biológica de *C. matourensis* são escassos na literatura científica. Porém estudos

feitos por COMPAGNONE et al. (2010) mostram que o óleo essencial da folha possui 46 (quarenta e seis) compostos, sendo os principais componentes encontrados: fenil acetato (19,5%), metileugenol (14,2%), isolemicine (11,3%), elemicine (7,6%), espatulenol (6,9%) e valencene (5,8%).

Como estudos a respeito do *Croton matourensis* são escassos e não foram encontrados relatos sobre seu uso microbiológico e considerando que representantes do gênero *Croton* comprovadamente apresentam potencial farmacológico já reconhecido na literatura, o presente estudo tem como proposta avaliar se a granulometria do material iria influenciar no rendimento e na composição química do óleo essencial extraído da folha, casca e galho além da análise microbiológica dos óleos extraídos da folha do *C. matourensis*.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da granulometria no rendimento, na composição química dos óleos essenciais da casca, galho e folha e na análise microbiológica dos óleos extraídos da folha do *Croton matourensis* AUBL.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar análise granulométrica da casca, galho e folha do *Croton matourensis* AUBL.;

Obter os óleos essenciais das partes estudadas via hidrodestilação;

Estabelecer informações cromatográficas sobre a composição química dos óleos obtidos;

Avaliar a ação microbiológica dos óleos essenciais da folha;

Analisar a influência da granulometria no rendimento, composição química e análise microbiológica.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A FAMÍLIA EUPHORBIACEAE

A família Euphorbiaceae compreende cerca de 300 gêneros e 6000 espécies, distribuídas principalmente em regiões tropicais. Ocorrem no Brasil, cerca de 70 gêneros e 1000 espécies, sendo uma família comum na constituição da flora brasileira e com grande complexidade na sua taxonomia (SOUZA, LORENZI, 2008).

A química das Euphorbiaceae é uma das mais complexas e interessantes entre as famílias de eudicotiledôneas e muitas euforbiáceas são utilizadas com finalidade alimentar, ornamental e como fonte de precursores químicos, resinas, lubrificantes e ativos medicinais. (SIEGLER et al., 1998)

O caule às vezes suculento exsuda látex ou resina ricos em metabólicos secundários. Euphorbiaceae está entre as famílias de maior importância econômica entre as Angiospermas, sendo seus principais produtos a borracha (*Hevea brasiliensis*), resinas e óleos fixos de grande aplicação. Apesar de ser objeto de vários estudos multidisciplinares envolvendo pesquisas em taxonomia, morfologia, anatomia, fitoquímica, filogenia e botânica econômica, o conhecimento do grupo ainda apresenta a necessidade de estudos científicos. (LIMA, PIRANI, 2008).

3.2 O GÊNERO *CROTON*

Croton é o décimo primeiro maior gênero de espermatófitas e o segundo maior e mais diverso gênero de Euphorbiaceae. Pertencente à subfamília Crotonoideae que apresenta cerca de 2400 espécies agrupadas em 67 gêneros e 12 grupos (WEBSTER, 1994; FRODIN, 2004). Sendo composto por aproximadamente 1300 espécies (BERRY et al., 2005).

Tem distribuição pantropical, ocorrendo com maior frequência nas Américas. Sendo que a América do Sul, as Antilhas e o México são consideradas os mais importantes centros de diversidade. Na América do Sul, o Brasil é o país que abriga o maior número de espécies, em torno de 350, abrangendo diferentes ambientes e tipos de vegetação. Destas 350 espécies encontradas no Brasil, cerca de 40 ocorrem no estado de Pernambuco (WEBSTER, 1994; LUCENA, 2001; BERRY et al., 2005).

As espécies deste gênero geralmente são subarbustivas ou arbustivas e raras vezes arbóreas; são em geral monóicas e podem apresentar inflorescência onde as pétalas quando

não são ausentes, são reduzidas (GUIMARÃES, 2006; SILVA et al., 2010). Exibem revestimento piloso nas folhas. As flores masculinas e femininas são diminutas e predominantemente brancas. Apresentam também tricomas de formas variadas, como tricomas estrelados e escamiformes. As sementes via de regra são escuras e oleaginosas e o fruto apresenta-se como cápsula tricoca, medindo de 2 a 6 mm de diâmetro (SILVA, 2009).

Esse gênero é bastante rico em metabólicos secundários, principalmente alcalóides e terpenóides. Os constituintes mais frequentes são os dispartenóides com esqueletos variados, como clerodanos, traquilobanos, lábdanos, cauranos, ésteres de forbol e sarcopetalanos. São comuns espécies com óleos voláteis ricos em monoterpenos (cineol, linalol), sesquiterpenos (cariofileno) e fenilpropanóides (eugenol e anetol) (BERRY et al., 2005; SALADINO, SALADINO, NEGRI, 2007).

Dentre as substâncias químicas citadas, os terpenóides possuem diversas propriedades farmacológicas, como antisséptica, anti-inflamatória, antiespasmódica, antipirética, expectorante, hipoglicemiante, repelente, anestésica, entre outras. A partir dessas informações a importância econômica do gênero tem se tornado cada vez mais reconhecida. (LEITE et al., 2008; PASSOS et al., 2009). Segundo Maciel, Cortez e Gomes (2006) existem várias espécies deste gênero, que encontram-se distribuídas no Brasil, como por exemplo: *C. argyrophyloides* Muell Arg., *C. cajucara* Benth, *C. echioides* Baillon, *C. matourensis* Aubl., *C. micans* Baillon, *C. pullei* Lanjouw, *C. urucurana* Baill etc.

A variedade de usos medicinais de espécies de *Croton* nas diferentes regiões do mundo é proporcional a toda variabilidade inerente ao gênero. Cascas, folhas, raízes e sementes são utilizadas no tratamento de uma série de males, tais como diabetes, colesterol alto, problemas gastrointestinais, leucemia, úlcera, reumatismo, diarreia, disenteria, anorexia, hepatite, obesidade, problemas respiratórios, como anti-inflamatório, analgésico e até mesmo adoçante (SALATINO et al., 2007).

No Brasil algumas espécies da região amazônica representam um recurso medicinal de grande importância no tratamento de várias doenças. Um exemplo é o *Croton cajucara* BENTH., conhecida popularmente como sacaca, cujos extratos mostraram atividades antilipídêmica (FARIAS et al., 1997; GRASSI-KASSIME et al., 2003), antioxidante (TIEPPO et al., 2006). A espécie *C. cajucara* possui óleo volátil rico em linalol, além de já terem sido identificados para a espécie dipertenos e esteróis, o que explica a atividade anti-inflamatória, antinociceptiva, antifúngica (SOUZA et al. 2006), anti-Trypanossoma cruzi (CAMPOS et al., 2010).

O *C. euleria* apresenta caule de alto valor medicinal e rico em óleos voláteis, dipertenos, alcalóides e taninos, sendo aplicada como balsâmica, digestiva, estomáquica, febrífuga, narcótica, tônica, bastante utilizada contra febre-terça (decorrente da malária) (FATTORUSSO et al., 2002; SALADINO et al., 2007). Outra espécie amazônica, *C. pullei* não apresenta citações como medicinal, porém possui óleo volátil e alcaloides com propriedades bem interessantes, como anti-inflamatória, antinoceptiva e antiproliferativa (ROCHA et al., 2008). *C. micans* conhecida no Brasil como “alecrim-de-vaqueiro” é reconhecida como sedativa e calmante, sendo utilizada também no tratamento de distúrbios cardíacos e gripes (COMPAGNONE et al., 2010).

Outra espécie amazônica cujas atividades farmacológicas já foram estudadas é o *Croton lechleri* Mull.Arg., conhecida como sangue-de-drago ou sangra-d’água. Apesar de ser mais conhecida pela atividade anti-inflamatória e hemostática do látex (CAI et al., 1991; CHEN, CAI, PHILLIPSON, 1994; JONES, 2003; RISCO et al., 2003), atividades antimutagênica (ROSSI et al., 2003), antioxidante (DESMARCHELIER et al., 1997; DE MARINO et al., 2008), antimicrobiana e antiviral (GUPTA, BLEAKLEY, GUPTA, 2008) também foram identificadas para a espécie. A literatura etnofarmacológica estende-se a algumas espécies nativas, tais como *Croton brasiliensis* Mull.Arg. (PALMEIRA JUNIOR, CONSERVA, SILVEIRA, 2005), *C. urucurana* Baill. (PERES et al., 1997), *C. celtidifolius* Baill. (NARDI et al., 2003), *C. zehntneri* Pax et Hoffm. (COELHO-DE-SOUZA, 1997), entre outras (SALATINO et al., 2007).

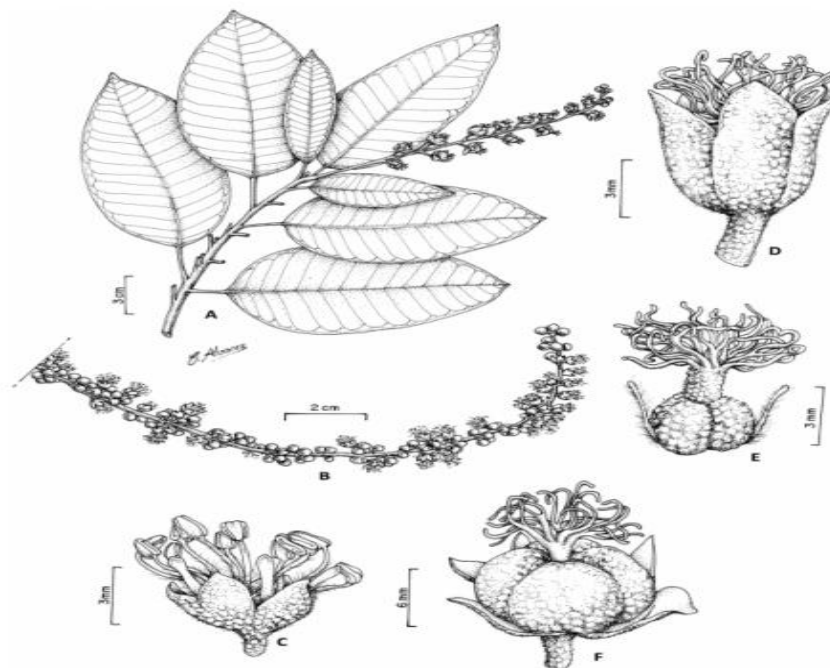
Estudos sobre o potencial farmacológico dos extratos, óleos ou componentes isolados das espécies de *Croton* são relevantes, tendo-se em vista a diversidade de usos na medicina popular tradicional ou terapias alopáticas.

3.2.1 *Croton matourensis* AUBL.

Croton matourensis AUBL. é uma Euphorbiaceae conhecida popularmente como “Coroatá”, “maravuvia” (Pará); “dima” (Amazonas) e sangra-d’água (Mato Grosso). É a espécie de mais ampla distribuição na Amazônia brasileira, tendo sido coletada em todos os Estados da região (GUIMARÃES, SECCO, 2010). É também encontrada na região Norte, Nordeste e Centro-Oeste do País abrangido pelos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Maranhão, Mato Grosso. (Croton in flora do Brasil 2020 em construção, 2016).

Croton matourensis Figura 1, é uma espécie muito variável em relação ao tamanho e aspecto da face abaxial das folhas, que frequentemente apresenta uma tonalidade metálico-ferrugínea, dourada ou prateada, devido ao denso indumento de tricomas lepidosos. As flores são estaminadas, piloso, tricomas lepidotos, glabros internamente, pétalas 5, filetes com tricomas simples e vilosos. Os ramos são denso-pilosos a glabrescentes, tricomas lepidotos, ferrugíneos, escamosos ou velutinos ao tato. Os frutos são subglobosos, ferrugíneos, denso-pilosos, tricomas, lepidotos, mericarpos e dilatados e suas sementes são ovais e curvadas (GUIMARÃES, SECCO, 2010).

Figura 1 - *Croton matourensis* AUBL. A) Ramo com inflorescência bissexuada, B) Detalhe da inflorescência com flores estaminadas em fascículos; C) Florestaminada; D) Flor pistilada; E) Gineceu ; F) Fruto.



Fonte: GUIMARÃES, SECCO (2010).

Embora pouco conhecida no comércio madeireiro, sua madeira pode substituir a madeira de marupá. É utilizada para a fabricação de lenha e caibros. Alguns estudos revelam que *C. matourensis* apresenta valores iguais ou superiores aos obtidos com o *Eucalyptus saligna*, no que se refere ao grau de brancura, podendo-se obter papéis branqueados de regular qualidade (SANTIN, 2000).

Estudos sobre a composição química e atividade biológica de *C. matourensis* são escassos na literatura científica. Porém estudos feitos por COMPAGNONE et al. (2010)

mostram que o óleo essencial da folha possui 46 (quarenta e seis) compostos, sendo os principais componentes encontrados: fenil acetato (19,5%), metileugenol (14,2%), isolemicine (11,3%), elemicine (7,6%), espatulenol (6,9%) e valencene (5,8%). A atividade citotóxica também foi avaliada contra três linhas de células de câncer e o resultado indica que o óleo tem moderada citotoxicidade as células de LoVo (carcinoma do cólon), X-17 (carcinoma do cólon) e HeLa (câncer cervical).

Como estudos a respeito do *C. matourensis* são escassos e não foram encontrados relatos sobre seu uso microbiológico faz-se necessário uma análise previa para observar se o óleo essencial dos componentes dessa planta apresenta atividades antibacterianas e antifúngicas.

3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

Óleos essenciais são substâncias líquidas, oleosas, voláteis, límpidas e raramente coloridas, lipossolúveis e solúveis em solventes orgânicos e com densidade geralmente menor que a água, presentes em diversas partes das plantas (flores, inflorescências, sementes, folhas, gravetos, cascas, frutos e raízes). Caracterizam-se pelo aroma forte, sendo geralmente, farmacologicamente ativos, possuem sabor acre e picante e são constituídos por substâncias provenientes do mecanismo secundário das plantas. São instáveis principalmente na presença de ar, luz, calor e umidade e são opticamente ativos (BAKKALI et al., 2008).

Formalmente apenas é considerado óleo essencial o produto obtido a partir de matéria-prima vegetal por destilação com água ou vapor, ou a partir do epicarpo de frutas cítricas por processo mecânico ou por destilação a seco (ISO9235, 1997). Quando se utiliza solventes orgânicos ou fluidos supercríticos, os produtos obtidos são comumente conhecidos como absolutos ou espíritos (BASER, DEMIRCI, 2007; SAAD, MULLER, LOBSTEIN, 2013).

Óleos essenciais podem ter origem artificial ou natural e possuem diversas aplicações, sendo constituinte primário ou secundário da indústria de perfumes, medicamentos, química, combustíveis, conservantes, inseticidas, entre outros (CINIGLIO, 1993; CALEDÔNIO, 2008). São conhecidos por suas propriedades antissépticas e propriedades medicinais de sua fragrância (aromaterapia), e são usados na preservação de alimentos, como antimicrobianos, analgésicos, sedativos, anti-inflamatórios, espasmolíticos, anestésicos locais, entre outros usos (BAKKALI et al., 2008).

Os óleos essenciais demonstram uma imensa variedade de ações farmacológicas, tornando-os potenciais fontes para o desenvolvimento de novas drogas. E outro fator de

extrema importância é que eles apresentam um risco mínimo de desencadear resistência nos microrganismos patogênicos, uma vez que estes produtos são uma mistura complexa de diversas substâncias com propriedades antimicrobianas atuando por múltiplos mecanismos (OKE et al., 2009).

3.3.1 Composição Química

A composição química é talvez a mais complexa variável nos trabalhos com óleos essenciais. Embora a pequena quantidade comumente obtida nas extrações de plantas com rendimentos médios, em torno, de 0,05 e 3,15%, quando comparados à massa inicial úmida, os óleos apresentam diversidade muito grande de constituintes (CASTRO et al., 2004). São comuns óleos nos quais são identificados mais de 60 compostos distintos (BURT, 2004; CASTELO, DEL MENEZZI, RESCK, 2010). As classes mais encontradas são os fenilpropanoides, terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) e seus derivados oxigenados (SANGWAN et al., 2001; ISMAN, MIRESMAILLI, MACHIAL, 2011). Uma característica comum entre essas moléculas é o baixo peso molecular e a pouca variedade de átomos (basicamente hidrogênio, carbono e oxigênio). Também são conhecidos alguns compostos contendo átomos de nitrogênio ou enxofre que conferem aos óleos odores característicos e geralmente desagradáveis ao homem (CARSON, HAMMER, 2011).

Os terpenóides, entendidos como os terpenos e seus análogos oxigenados, representam uma classe bastante variada e extensa de compostos. Eles são formados por várias unidades de isoprenos (C_5H_8) unidas, isso implica que os terpenóides seguem a razão de cinco átomos de carbono para oito de hidrogênio quando não há insaturações (duplas ligações ou anéis). Esses compostos são subdivididos em algumas classes de acordo com o número de unidades de isopreno existentes (CARSON, HAMMER, 2011). Os principais terpenos são: os monoterpenos (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}), hemiterpenos (C_5), dipertenos (C_{20}), triterpenos (C_{30}) e tetraterpenos (C_{40}). Porém os terpenos mais frequentes nos óleos essenciais são os monoterpenos (cerca de 90% dos óleos voláteis) e os sesquiterpenos (SIMÕES et al., 2004).

Os monoterpenos são os principais constituintes do óleo essencial. Os primeiros compostos isolados e que tiveram suas estruturas moleculares elucidadas foram o borneol (1840), o linalol (1853), o limoneno (em 1870), o geraniol (1871) e o cineol (em 1884). Neste período, já eram comercializados produtos farmacêuticos tendo por base a cânfora e o mentol. Industrialmente são os terpenos mais importantes. (VERPPORTE, ALFERMANN, 2000).

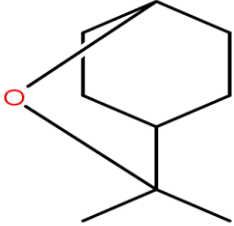
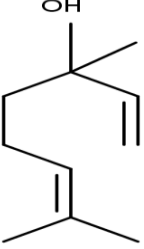
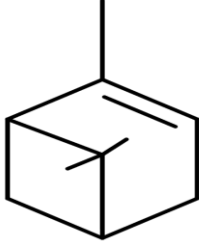
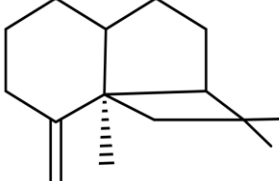
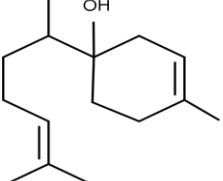
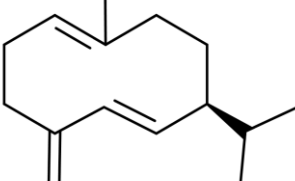
A unidade básica dos monoterpenos é o geranyl-difosfato (GPP), sintetizados a partir da fusão de difosfato de isopentenila (IPP) e difosfato de dimetilalila (DMAPP), por união do tipo “cabeça-cauda”. O GPP pode sofrer isomerização em linalil-PP (LPP) ou neril-PP (NPP), formando as três estruturas básicas de diferenciação dos monoterpenos. São subdivididos quanto a sua estrutura em acíclicos (geraniol, linalol e nerol), monocíclicos (cineol, limoneno e mentol) e bicíclicos (α -pineno, tujona e cânfora). A diversidade dos monoterpenos aumenta consideravelmente devido às estruturas monocíclicas e bicíclicas (DEWICK, 2009).

Alguns monoterpenos são notavelmente diferenciados. Carvacrol, timol e p -cimeno são monoterpenos fenólicos. Estes monoterpenos originados a partir de unidades isoprênicas formam um grupo pequeno, já que a maioria dos compostos aromáticos é derivada de unidades resultantes das vias do acetato-malonato e do chiquimato (DEWICK, 2009).

Os sesquiterpenos são formados por três unidades isoprênicas. A terminologia vem do latim e significa “um e meio”. São menos voláteis que os monoterpenos. Conhecidos desde o século XIX, até 1998 tinham sido isolados 8650 compostos distintos (VERPPORTE, ALFERMANN, 2000). A unidade básica dos sesquiterpenos é o farnesil-difosfato (FPP) sintetizado a partir da fusão de GPP (NPP ou LPP) e IPP, por união do tipo “cabeça-cauda”. Podem se originar de monoterpenos lineares, cíclicos ou bicíclicos, podendo apresentar configuração tricíclica. Alguns sesquiterpenos atuam diretamente na interação da planta com o ambiente, como o farnesano (inibe ecdisa e muda de alguns insetos), santonina (sesquiterpeno lactônico com ação anti-helmíntica e antitumoral). E o ácido abscísico (dormência de gemas e abscisão de folhas e frutos) (VICKERY, VICKERY, 1981). Existe um grande número de sesquiterpenos com atividade farmacológica, como o α -bisabolol extraído principalmente da camomila e da candeia (*Matricaria chamomilla* e *Vanillosmopsis erythropappus* respectivamente) com atividade anti-inflamatória, antiespasmódica, antibacteriana e antifúngica. Outros compostos interessantes são α -santonina (anti-helmíntico extraído de várias espécies de *Artemisia*) e camazuleno (antioxidante que confere coloração azul ao óleo de *Achillea millefolium*) (DEWICK, 2009).

No geral, os terpenóides são os constituintes predominantes dos óleos essenciais das plantas, mas muitos dos óleos essenciais também podem ser compostos de outros produtos químicos, os fenilpropanóides. Os fenilpropanóides são substâncias naturais amplamente distribuídas nos vegetais e constituídas por um anel aromático unido a uma cadeia de três carbonos e derivadas biossinteticamente do ácido chiquímico (SIMÕES et al., 2004). Algumas estruturas químicas dos terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) de óleos essenciais estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos de monoterpenos e sesquiterpenos detectados em espécies de Croton.

Monoterpenos		
		
1,8-Cineol	Linalol	α -Pineno
Sesquiterpenos		
		
Cariofileno	α - Bisabolol	Germacreno-D

3.3.2 Fatores que influenciam a química dos óleos essenciais

A composição química de cada óleo depende de uma grande variedade de fatores que vão desde as especificidades edafoclimáticas do local onde a planta se encontra até o método utilizado para a obtenção do mesmo. Os tipos e as características do solo (macro e micro nutrientes), a disponibilidade hídrica e a intensidade luminosa são considerados como importantes fatores na determinação tanto da quantidade de óleo essencial produzida como de sua composição (GOBBO-NETO, LOPES, 2007). Outros fatores como clima, época do ano, localização geográfica do espécime, ataque de patógenos e fatores genéticos também influenciam no tipo de material obtido (FIGUEIREDO et al., 2008; CASTELO, DEL MENEZZI, RESCK, 2012).

A umidade relativa, a duração total de exposição ao sol, temperatura e o regime de ventos interferem de forma direta, principalmente nas espécies em que as estruturas

histológicas de estocagem encontram-se na superfície. Já nas plantas em que a localização dessas estruturas é mais profundas, a quantidade dos óleos essenciais é mais constante. Deve-se preferencialmente coletar plantas ricas em óleos voláteis bem cedo pela manhã ou à noite, pois o período de exposição ao sol pode provocar perda quantitativa importante do óleo existente no vegetal (SIMÕES et al., 2004). Em geral, a formação de óleo essencial parece aumentar em elevadas temperaturas, porém pode ocorrer perda excessiva de metabolitos em dias muito quentes (GOBBO-NETO, LOPES, 2007).

Lopes (2008) relatou que o rendimento de óleo essencial para pitangueira foi maior nos meses de janeiro (2,06%) e setembro (1,67%), que corresponde aos meses com maior concentração de chuva. Já para os meses de maio e junho esse valor sofreu decréscimo, correspondendo ao período onde a disponibilidade hídrica é menor e há ocorrência de baixas temperaturas.

May (2007) concluiu em seu trabalho que a maior concentração de óleos essenciais da parte aérea da pitangueira está contida nas folhas e a trituração da parte aérea vegetal proporciona maiores volumes de óleo extraído na destilação.

Nascimento et al., (2006) avaliaram o efeito do horário de corte sobre o rendimento do óleo essencial de *Andropogum sp* (capim santo) bem como seu constituinte majoritário, citral. Foram testados seis horários de colheitas: 7, 9, 11, 13, 15 e 17 horas. A realização do corte de 7h possibilitou a obtenção dos maiores rendimentos de óleo essencial e com menos conteúdo de citral. Por outro lado, a colheita das 13h possibilitou um maior percentual de citral, porém este horário apresentou menor rendimento de óleo essencial.

Em outro estudo foi avaliado a composição dos óleos essenciais de *Ruta chalepensis* L. (Arruda) obtido de diferentes partes da planta (flores secas, folhas e hastes). De fato, o presente estudo permitiu identificar 13 principais compostos. Os principais são 2-undecanona, 2-decanona e 2-dodecanone. 2-undecanona mostrou ser o único componente (100%) do óleo essencial obtido a partir de flores. Pulegona foi identificado apenas no óleo essencial das hastes (cerca de 32,11%) e cânfora foi identificado exclusivamente no óleo essencial de folhas (2,46%) (MEJRI, ABDERRARRA, MEJRI, 2010).

O estudo realizado com óleo essencial extraído de diferentes partes de *C. blanchetianus* (folhas, flores, raízes e cascas do lenho) coletadas em diferentes regiões do estado do Ceará, em diferentes horas do dia, possibilitou investigar e identificar 32 compostos dentre os quais β -felandreno, (20,4%), (folhas), biciclogermacreno (29,1%) nas flores e (17,7%) nas folhas, β -elemeno (17,8%) nas flores e (22,0%) nas cascas do caule, cipereno

(14,2%) nas raízes e germacreno D (12,8%) nas cascas do caule sendo os constituintes majoritários (DOURADO, SILVEIRA 2005).

3.4 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Para realizar o processo de identificação dos compostos presentes nas plantas aromáticas é necessário realizar o procedimento de extração. A extração tem por finalidade extrair compostos e princípios ativos, permitindo em seguida à caracterização dos constituintes presentes nas plantas. No entanto, para se chegar próximo do perfil da amostra, é preciso determinar a melhor técnica de extração de seus compostos (ROBBERS, SPEEDIE, TYLER, 1997).

A composição dos óleos essenciais pode ser influenciada em função do método de extração empregado, uma vez que suas características bioativas podem ser alteradas. As características físico-químicas também podem sofrer influência pelas condições operacionais empregadas na extração, bem como pelos seus efeitos terapêuticos (ROBBERS, SPEEDIE, TYLER, 1997).

Os métodos de extração variam conforme a localização do óleo essencial na planta e com a finalidade de utilização do mesmo. Segundo, Simões et al. (2004), existem cinco métodos de extração de óleos essenciais, a saber, os métodos de Enfloração, Prensagem, Extração com solventes orgânicos, Extração por fluido supercrítico e Extração por arraste de vapor d'água. Os métodos de extração de óleos essenciais evoluíram com o processo tecnológico, mas tanto os processos antigos como os novos podem ser agrupados, basicamente, em três categorias: Expressão, Destilação e Extração com solvente (GROSSMAN, 2005).

3.4.1 Método de destilação

Agrupa-se o termo destilação um conjunto de três técnicas distintas, porém versando sobre o mesmo princípio básico: destilação a seco, hidrodestilação e destilação por arraste a vapor.

Todas as técnicas valem-se do princípio que os componentes voláteis da planta, após contato com vapor d'água ou água em ebulição, evaporam pelo aumento de temperatura, troca de calor e pela destruição das glândulas que os mantem presos ao material vegetal, sendo carregados para cima pelo vapor de água fornecido. A seguir, a mistura gasosa de vapor de

água e óleo é resfriada dentro de condensadores e ambos tornam-se uma mistura líquida com duas fases distintas. Como o óleo essencial e a água tem normalmente densidade, cor e viscosidade diferentes, é possível separá-los fisicamente sem maior dificuldade. Cabe ressaltar que óleo essencial é o produto principal desse processo. A água odorizada, que é o subproduto principal deste processo, é denominada de hidrolato. Não se trata de uma água qualquer: ela contém uma boa parte dos voláteis solúveis em água, tais como álcoois e outros, perfazendo uma água muito aromática. Infelizmente não é possível armazenar hidrolatos por muito tempo, uma vez que o processo fermentativo inicia-se imediatamente. Por esse motivo, à exceção de água de rosas e outros poucos produtos, quase não são encontrados hidrolatos à venda no mercado (GROSSMAN, 2005).

A técnica de destilação a seco por alta pressão é empregada nos casos onde a temperatura necessária para a evaporação dos óleos seja muito alta. É o método mais rápido de extração, mas somente pode ser usado em casos onde o óleo não se deteriora com altas temperaturas (o que normalmente ocorre). Esta forma de extração é usada para destilar óleos essenciais de várias madeiras, mas considerando o universo global de produção de óleos essenciais, é técnica pouco empregada (GROSSMAN, 2005).

A técnica de hidrodestilação envolve duas substâncias imiscíveis: a água e a mistura de compostos voláteis a ser destilada. É o tipo de destilação utilizada para isolar substâncias que se decompõem nas proximidades de seus pontos de ebulição e que são insolúveis em água ou nos seus vapores de arraste (WATANABE et al., 2006).

Esta é a técnica extrativa mais difundida industrialmente para a obtenção de óleos voláteis. Todavia, apresenta a desvantagem de proporcionar a formação de artefatos químicos. Isto se dá em função das altas temperaturas a que o material vegetal é submetido (SIMÕES et al., 2004).

Estudos de Huy & John, (2007) relataram que a hidrodestilação além do aquecimento, tem a inconveniência do contato direto do material com a água em ebulição, o que pode causar hidrólise de algumas substâncias. Com isso, ficou demonstrado que a qualidade e a quantidade de frações voláteis são afetadas pela variação de tempo de hidrodestilação. O tempo deve ser estabelecido para cada matéria prima vegetal, dependendo das particularidades apresentadas por cada uma delas (CHARLES, SIMON, 1990).

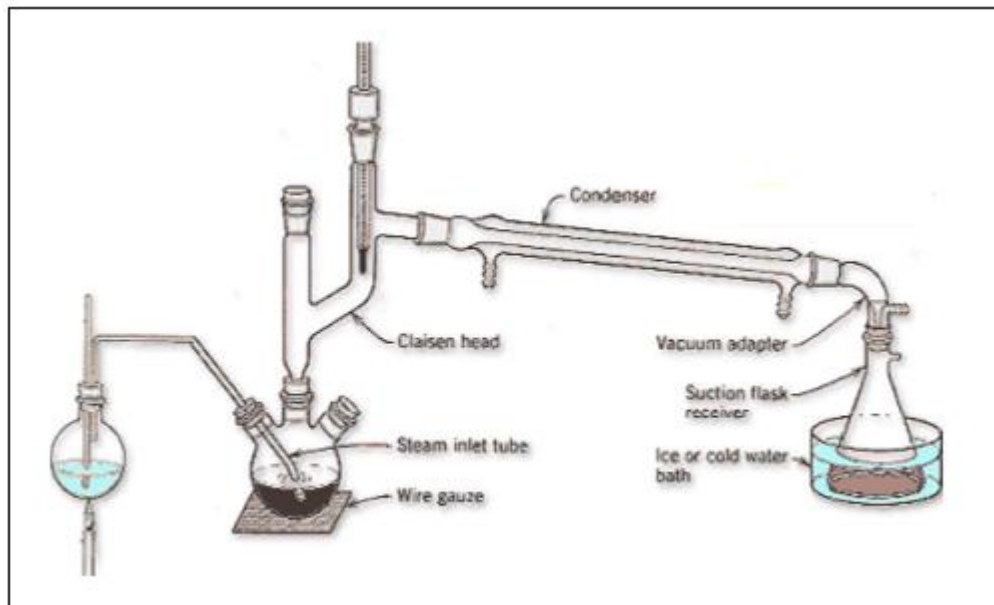
Segundo, Simões et al. (2004) a hidrodestilação segue as seguintes etapas:

- 1- O material vegetal permanece em contato com a água em ebulição;
- 2- O calor faz com as paredes celulares se abram e o óleo que está nas células evapora junto com a água;

3- A mistura vai para o condensador, onde é resfriado e separado por diferença de densidade.

A literatura apresenta o aparelho Clevenger, Figura 2, e suas variações, é considerado um dos equipamentos mais utilizados para as extrações em escala laboratorial. O óleo essencial obtido, após separar-se da água, deve ser seco com sulfato de sódio (NaSO_4) anidro (SIMÕES et al., 2004).

Figura 2 - Esquema do aparelho tipo clevenger



Fonte: (SIMÕES et al., 2004)

Na destilação por arraste a vapor, o vapor é introduzido no sistema por via indireta, ou seja, o material vegetal se situa em dornas e o vapor de água é alimentado através de caldeira, entrando nas dornas pela parte inferior. O vapor, ao subir pelo material vegetal, destrói as glândulas oleíferas e arrasta junto o óleo essencial, que depois será condensado e vai obedecer ao mesmo princípio já descrito (GROSSMAN, 2005).

É um processo seguro e não agride o meio ambiente. Por ser um processo simples, quando se trata de pequenas capacidades pode ser implementado sem grandes conhecimentos técnicos, no entanto, esta operação merece um estudo cuidadoso em plantas industriais com capacidades mais elevadas, pois a eficiência da operação pode ser determinante (STEFFANY, 2003).

3.5 MÉTODOS DE ANÁLISE

Os métodos de análise permitem a avaliação das qualidades do óleo essencial, garantindo, assim, a constância de seus constituintes químicos e a segurança de sua utilização.

A avaliação quantitativa e qualitativa de óleos essenciais envolve a utilização de diversas técnicas analíticas, que sofreram algumas alterações nos últimos anos, devido essencialmente à evolução da informática (programas de computadores, níveis de automação, forma de integração dos dados obtidos) e da sofisticação dos experimentos que podem ser realizados, resultando na dedução de uma estrutura química pertinente. Dentre elas podemos citar: a cromatografia Gasosa (CG), Espectroscopia Eletrônica de Ultravioleta (UV), Espectroscopia Vibracional de Infravermelho (IV) e Cromatografia Gasosa acoplada a Espectroscopia de Massas (CG-EM) (MOUCHREK FILHO, 2000; CHAAR, 2000).

3.5.1 Método de cromatografia gasosa (CG)

A cromatografia de fase gasosa é um procedimento físico utilizado para separar uma amostra em seus componentes individuais. A base para esta separação é a distribuição da amostra em duas fases: uma estacionária e uma fase gasosa móvel. A amostra é vaporizada e arrastada pela fase móvel, ou gás de arraste uma vez que se trata de um gás inerte cuja finalidade é transportar as moléculas separadas, através da coluna onde se encontra a fase estacionária (EUROPEAN PHARMACOPEIA, 2002).

A cromatografia gasosa, quando aplicada como ferramenta de separação, é praticamente imbatível em sistemas bioquímicos, complexos organo-metálicos, orgânicos constituídos de espécies voláteis ou de espécies que podem reagir e formar produtos voláteis, além de ser uma técnica útil na avaliação da eficiência dos processos de purificação, pois contaminantes presentes em amostras são revelados nos cromatogramas pelo aspecto de picos adicionais. Entretanto, para finalidades qualitativas é limitada necessitando de instrumentos com propriedades superiores de identificação como espectrômetros de massas, infravermelho e RMN (EUROPEAN PHARMACOPEIA, 2002).

A análise de misturas complexas como os óleos essenciais e aromas, representa uma enorme tarefa na separação, isolamento e identificação dos vários constituintes presentes e, portanto, dependente do tempo. Estes problemas analíticos, bem como a demora na análise, foram resolvidos com a cromatografia de gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Estes instrumentos analíticos quando associados a um computador, fornecem um método de identificação rápido e eficiente (SANDRA, BICCHI, 1987).

A CG-EM é uma ferramenta de análise poderosa, pois, além de fornecer o tempo de retenção dos diferentes constituintes da amostra, ainda provê informações sobre suas estruturas através dos espectros de massas gerados em cada pico. Espectros obtidos por

ionização eletrônica apresentam elevado número de picos e reprodutibilidade bastante grande em razão da alta energia transferida pelos elétrons, da ordem de 70 eV, e em virtude da reduzida quantidade de variáveis envolvidas no processo (apenas temperatura e energia fornecida) (HUBSCHMANN, 2009). A reprodutibilidade desses espectros permitiu a construção de bibliotecas comerciais de compostos como NIST/WTA/NIH e Wiley Registry of Mass Spectral Data (SHELLIE, 2002; HUBSCHMANN, 2009). Com o advento das bibliotecas espectrais foram desenvolvidos procedimentos de busca que utilizam ferramentas da comparação do espectro de massas obtido experimentalmente com espectros de referência (STEIN, 1995; HUBSCHMANN, 2009; SPARKMAN, PENTO, KITSON, 2011).

No intuito de melhorar a confiança na identificação de compostos, os dados estruturais são analisados em conjunto com os índices de retenção. Com o desenvolvimento da cromatografia, percebeu-se que as variações instrumentais impediam uma reprodutibilidade confiável dos tempos de retenção de um mesmo composto, isto é, dois laboratórios com cromatógrafos idênticos, utilizando a mesma metodologia e os mesmos reagentes obteriam tempos de retenção distintos. O tempo de retenção varia com o comprimento da coluna, a composição química e a espessura da fase estacionária, as temperaturas de operação, o fluxo e o tipo de gás carreador (CASTELLO, 1999).

Para contornar esse problema, vislumbrou-se a possibilidade de se medir o tempo de retenção de um composto em relação a uma substância padrão. Gera-se, então, uma grandeza cujo valor pode ser comparado entre instrumentos diferentes. Tal grandeza são os chamados índices de retenção. (SPARKMAN, PENTO, KITSON, 2011).

Os índices de retenção, após determinados, são comparados com valores de tabelas de referência (HUBSCHMANN, 2009). Esses índices estão fortemente ligados à polaridade da coluna, ou seja, um composto eluído em uma coluna do tipo DB-5 necessariamente apresentará um índice de retenção diferente se eluído em uma coluna DB-Wax (BIANCHI, 2007). Os índices de retenção linear podem variar com as condições operacionais como fluxo do gás carreador ou a programação da temperatura, assim, é importante que as condições experimentais sejam sempre as mesmas e iguais àquelas empregadas na referência utilizada para comparações (ZHAO, 2005).

3.6 ATIVIDADE MICROBIANA

Os óleos essenciais exercem papel de fundamental importância na defesa contra microorganismos e estudos têm mostrado que compostos fenólicos e terpenóides encontrados

nos mesmos possuem capacidades de inibir o crescimento de diversos microorganismos. Este mesmo potencial foi observado em algumas plantas medicinais, ervas e temperos, quando avaliados seus óleos essenciais (KIM et al., 1995; KALEMBA, KUNICKA, 2003).

Na composição dos óleos essenciais existem compostos que apresentam maior atividade antimicrobiana. Porém a mistura de dois ou mais compostos em quantidades adequadas podem apresentar melhor atividade frente à microorganismos mais resistentes. Além disso, o sinergismo entre os constituintes presentes no óleo essencial deve ser considerado (BURT, 2004).

O uso intenso, de antibióticos e antifúngicos provoca nos microorganismos o desenvolvimento de defesas contra drogas antimicrobianas, resultando em resistência contra as mesmas, o que limita o tratamento contra infecções (VARALDO, 2002). Por isso faz-se necessário uma busca constante por novos princípios ativos contra bactérias e fungos amplamente conhecidos.

Tal fato leva a um interesse em pesquisar compostos naturais (MACHADO, 2007). A rápida evolução da resistência aos antimicrobianos e o desaceleramento no desenvolvimento de novos fármacos, leva a busca por alternativas como o tratamento com multidrogas (KEITH, BORISY, STOCKWELL, 2005). Devido ao aumento progressivo da resistência, a busca de novos agentes antibacterianos derivados de produtos naturais de plantas pode ser uma alternativa, por terem uma diversidade molecular muito superior àquelas derivadas de produtos sintéticos (NOVAIS et al., 2003).

A atividade antimicrobiana pode ser determinada *in vitro* através de dois métodos principais: método da difusão em agar e método da diluição (PAULI, SCHILCHER, 2010; LANG, BUCHBAUER, 2012; SAAD; MULLER, LOBSTEIN, 2013).

No método da difusão, emprega-se placas de petri preenchidas com meio de cultura sólido no qual é realizado um pequeno furo no centro onde se insere uma gota do produto a ser testado. Alternativamente utiliza-se também um pequeno disco de papel embebido no produto colocado no centro da placa. A substância então forma um gradiente pelo agar de tal forma que a concentração no meio é inversamente proporcional a distância do centro (WHITE et al., 2001). O meio de cultura, por sua vez, deve ser previamente inoculado com os microorganismos (PAULI, SCHILCHER, 2010; HAMMER, CARSON, 2011).

O método de diluição pode ser executado tanto em meio líquido como em sólido (SAAD, MULLER, LOBSTEIN, 2013). A técnica consiste em diluir o produto alvo no meio de cultura em diferentes concentrações de acordo com uma progressão geométrica e, em seguida, inocular o microorganismo a ser avaliado. Determina-se, então, a concentração

mínima (CIM) como sendo a menor concentração na qual não há crescimento do microorganismo (PAULI, SCHILCHER, 2010).

De acordo com as características da parede celular, as bactérias podem ser classificadas em Gram-positivas ou Gram-negativas. As diferenças entre esses grupos são baseadas principalmente nas suas propriedades de permeabilidade nos componentes de superfície (JAY, 2005).

Doenças infecciosas causadas por bactérias são ainda uma das principais causas de morte no mundo. O desenvolvimento de resistência por esses microrganismos aos antibacterianos comumente encontrados no mercado, associado aos efeitos colaterais que seu uso por tempo prolongado e em altas dosagens produz, aumenta a necessidade de descoberta de novos fármacos mais ativos e seletivos contra bactérias patogênicas (HALL-STOODLEY, STOODLEY, 2009). As bactérias que mais provocam mortes no mundo são *Staphylococcus aureus* metilicilina-resistente (MRSA) e *Staphylococcus aureus* vancomicina-resistente (VRSA), visto que são resistentes a múltiplas drogas e os patógenos mais frequentes em doenças infecciosas são os dermatófitos (*Microsporum*, *Trichophyton* e *Epidermophyton*) e os fungos do gênero *Candida spp* (GURGEL et al., 2005; MEDEIROS et al., 2009; ROCHA et al., 2011).

-*Staphylococcus aureus* está amplamente distribuído na natureza e encontrado principalmente na região da pele, nasofaringe e fossas nasais. É o agente mais comum de intoxicação alimentar, provocada pela ingestão de enterotoxinas previamente formadas no alimento contaminado. Esta bactéria tem despertado a atenção das indústrias alimentícias pela resistência a altas temperaturas, a desinfetantes e a soluções anti-sépticas, além de apresentar elevada capacidade em desenvolver resistência a diversos antibióticos ativos contra bactérias Gram-positivas (FORSYTHE, 2002). Microrganismo de caráter versátil, *S. aureus* é responsável por diversas doenças, incluindo pneumonia, osteomielite, bacteremia, infecções da pele, de feridas, do sistema nervoso central, do trato urinário e infecções associadas com dispositivos intravasculares, septicemia, endocardite dentre outras. (CROSSLEY et al., 1997; FEIL et al., 2003; FEY et al., 2003; GORDON, LOWY, 2008).

- *Proteus mirabilis* são facilmente encontrados na microbiota intestinal do homem e de animais, solo e água poluída. É uma bactéria Gram-negativa, o qual os movimentos de seus flagelos apresentam uma aparência de “véu”. São considerados patógenos oportunistas. Camundongos em experimentação, imunocomprometidos ou imunossuprimidos, são altamente suscetíveis a esses agentes. No homem, causa infecção no trato urinário. (WILLIAMS, 1981; O'HARA, BRENNER, MILLER, 2000; STAHL, COKER, 2000).

-*Pseudomonas aeruginosa* é uma bactéria ubiqüitária o qual faz parte da microbiologia humana. Em ambientes hospitalares, torna-se um agente infeccioso importante, principalmente em pacientes predispostos, que apresentam quebra de barreiras físicas e imunossupressão. Ademais, o número de fatores de virulência é significativamente maior em cepas provindas de isolados clínicos, quando comparados às cepas do meio ambiente. Equipamentos e materiais hospitalares, principalmente com componentes líquidos, podem servir de reservatório para a *P. aeruginosa* se desenvolver, incluindo equipamentos de ventilação assistida e fluídos de administração intravenosa. (SWADDIWUDHIPONG, TANGKITCHOT, SILARUG, 1995; SONG et al., 2003; PAVIANI, STADNIK, HEINEK, 2004).

- *Salmonella typhi* possui uma ampla variedade de espécies, compreendendo mais de 2300 variedades sorológicas. A patogenicidade deste gênero varia de acordo com o tipo sorológico da bactéria, idade e estado imunológico do hospedeiro. Existem algumas síndromes clínicas associadas a este gênero: gastroenterite, infecção fecal do endotélio vascular e febre tifoide (SCHAECHTER et al., 2002; FRANCO, LANDGRAF, 2008).

-*Candida albicans* são reconhecidas como as leveduras mais usualmente envolvidas na etiologia de infecções micóticas. A candidíase caracteriza-se como a infecção fúngica mais comum, sendo *Candida albicans* seu agente etiológico mais frequente. Ainda, outras espécies inseridas no gênero *Candida* (por exemplo: *C. krusei*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*) também podem estar envolvidas na etiologia da candidíase. Os quadros clínicos mais rotineiramente reportados relacionados à candidíase são a do tipo cutâneo-mucosa, sistêmica/visceral e alérgica (LIMA et al., 2006).

Dentre as plantas já estudadas e que apresentam potencial antimicrobiano podemos citar a *Mentha suaveolens* que é conhecida como mentrasto e pertencente à família 27 Laminaceo, onde o óleo essencial sinalizou uma capacidade de inibição do crescimento sobre bactérias Gram positivas e negativas (OUMZIL et al., 2000).

Costa et al. (2008), testando a atividade antibacteriana do óleo essencial de *Croton zehntneri* Pax & K.Hoffm., verificaram que houve inibição do crescimento de *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus β -haemolyticus*, no teste de susceptibilidade de atividade antibacteriana, e *Shigella flexneri* na concentração inibitória mínima.

O óleo essencial das folhas de *L. camara* mostrou considerável atividade antibacteriana frente às linhagens *Proteus vulgaris* (ATCC 13315) e *Escherichia coli* (ATCC

25922) na qual foi mais significativo contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 10390) (COSTA et al., 2009).

Pelissari, Pietro e Moreira (2010) analisaram a atividade antibacteriana dos óleos essenciais obtidos a partir de partes aéreas de *M. divacarium*, utilizando-se o método de difusão em disco frente às bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus subtilis* (ATCC 9372), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Proteus mirabilis* (ATCC 25933) e as cepas de campo: *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella sonnei*, *Serratia marcescens*. Os resultados obtidos mostraram que apenas as espécies Gram-positivas (*S. aureus* e *B. subtilis*) foram sensíveis ao óleo essencial, e as demais espécies testadas não tiveram seu crescimento inibido.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Coleta e processamento do material vegetal

O material foi coletado em 17 de dezembro de 2013, no período matutino, em um sítio situado às margens da Rodovia PA 136 na cidade de Terra Alta – Pará, de coordenadas S 01°06'49.5" W 047°54'58.5" descritas por um GPS de marca GARMIN etrex 10, à 32 m acima do nível do mar.

Foram coletados a casca do caule, galhos e folhas de *C. matourensis*, e transportados até o Laboratório de Engenharia Química (LEQ) da Universidade Federal do Pará (UFPA), no qual foi realizado o processo de assepsia do material em água corrente e levado para secar em estufa com circulação de ar na temperatura aproximada de 40 °C por um período de 3 (três) dias. Após a remoção do excesso de umidade o material foi reduzido a pedaços menores e depois triturado em moinhos de faca tipo Wiley. Após trituração o material passou por uma análise granulométrica e foi pesado como demonstrado nas Figura 3, 4 e 5.

Figura 3 - Galho do *Croton matourensis*



Figura 4 - Folha do *Croton matourensis*



Figura 5 - Casca do *Croton matourensis*



4.2 MÉTODOS

4.2.1 Análise Granulométrica

Foram realizados vários ensaios granulométricos por análise de peneiras para determinar as faixas granulométricas do material botânico. Utilizando-se a seguinte sequência de peneiras: 10, 12, 35, 60, 65, 270, 400 Tyler e o fundo. As peneiras foram pesadas e em seguida foi adicionado uma massa inicial de 150 g de Casca do caule, folha e galho de *C. matourensis* e após 5 minutos de agitação do Rotap as peneiras foram então pesadas novamente para a determinação da quantidade de amostra retida em cada peneira e depois

separadas em sacos plásticos, para serem protegidos da umidade, de acordo com sua classificação em fino, médio e grosso.

O cálculo do diâmetro médio da casca, galho e folha na classificação fino, médio e grosso do *C. matourensis* foi realizado através da Equação 01, segundo a norma da ABNT NBR 7211:2009.

$$Di_{\text{médio}} = \sum X_i \cdot \bar{D} \quad (01)$$

Onde:

$Di_{\text{médio}}$: Diâmetro médio da amostra

X_i : Fração de massa retida;

\bar{D} : Diâmetro médio das malhas.

4.2.2 Determinação do teor de Umidade

Após a análise granulométrica foi pesada uma quantidade de aproximadamente 3 g do material a ser analisado: casca, galho e folha e de acordo com sua classificação separados em fino, médio e grosso, sendo espalhado por toda a placa de petri. Ao final de 5 (cinco) minutos, o display indicará o percentual de massa da amostra. O modelo de analisador de umidade por infra-vermelho utilizado no experimento foi o IV 2500, de marca Gehaka.

4.2.3 Extração dos óleos essenciais

Os materiais biológicos coletados: galho, casca e folha do *C. Matourensis* após análise granulométrica e separada na forma fina, média e grossa foram submetidos ao processo de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger, Figura 6, para extração de óleos essenciais no LEPRON – (Laboratório de Engenharia de Produtos Naturais).

Foram pesados 100 g de cada material caule, casca e folha na forma fina, média e grossa, em seguida o material vegetal foi adicionado em um balão de 1000 mL e preenchido com 500 mL de água destilada para proceder à destilação.

A extração foi realizada no período de três horas. Em seguida as misturas óleo/água foram coletadas, centrifugadas com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4), filtradas e armazenadas sobre refrigeração até as análises.

Figura 6 - Sistema de extração tipo Clevenger



4.2.4 Cálculo de rendimento dos óleos essenciais

O cálculo de rendimento dos óleos essenciais da casca, galho e folha na classificação fino, médio e grosso do *C. matourensis* em base livre de umidade (BLU) foi realizado através da Equação 02, na relação entre massa, óleo e umidade:

$$\% \text{ óleo BLU} = \frac{\text{Volume do óleo obtido (mL)}}{\text{massa (g)} - \left(\frac{\text{massa} \times \text{umidade}}{100} \right)} \times 100 \quad (02)$$

Onde,

(%) óleo BLU = rendimento da produção de óleo essencial expresso em base livre de umidade;

massa = massa das partes do *C. matourensis* casca, galho e folhas (em g)

Com a obtenção dos óleos oriundos da extração por hidrodestilação foram realizadas análises de cromatografia gasosa e antimicrobiana.

4.3 ANALISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS

4.3.1 Método de CG(EM)

Os óleos essenciais do galho, casca e folha na classificação fino, médio e grosso do *Croton matourensis* foram analisados no laboratório Adolpho Ducke (LAD) no Museu Emílio Goeldi, Estado do Pará, por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM), em sistema Shimadzu QP-2010 Plus, equipado com coluna DB-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm de espessura de filme). O gás de arraste usado foi o hélio com fluxo de 1,2 mL/min. A injeção da amostra (1 µL da solução de 2 µL de óleo em 1 mL de hexano) sem divisão de fluxo. A temperatura do injetor e da interface foi de 250°C. O programa de temperatura do forno foi de 60-250°C, utilizando-se uma rampa de 3°C/min.

O espectrômetro de massas foi por impacto eletrônico à 70 eV e a temperatura da fonte de íons à 220°C. A identificação química foi realizada através da comparação dos espectros de massas e índices de retenção (IR) com os de substâncias padrão existentes nas bibliotecas do sistema e com dados da literatura (ADMS, 2007). Os índices de retenção (IR's) foram obtidos utilizando a série homóloga dos n-alcenos.

4.3.2 Análise Estatística

4.3.2.1 Minitab

O Minitab é um pacote de software estatístico que fornece uma ampla variedade de recursos de análise de dados e permite ao usuário criar, manipular e reestruturar dados, produzir uma variedade de gráficos, desde gráficos simples até diagramas detalhados e executar análises estatísticas abrangentes. Por estas características ele foi utilizado para análise estatística de agrupamento dos constituintes majoritários na caracterização química.

4.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MICROBIANA

Para os testes da atividade microbiana foram utilizadas cepas padrão *American Type Culture Collection* (ATCC) de *Staphylococcus aureus*, ATCC 29213; e *Salmonella spp.* ATCC 14029, *Proteus mirabilis* ATCC 7002, *Candida albicans* ATCC 1009 e *Pseudomonas*

aeruginosa ATCC 27583, obtidas da FIOCRUZ/Laboratório Central do Estado do Pará (LACEN-PA).

As cepas ATCC foram semeadas em meios de cultura específicos para cada microrganismo, sendo o Ágar Sabouraud para *Cândida albicans*, Ágar Nutriente para *Salmonella ssp* e *Pseudomonas aeruginosa*, Ágar McConkey para *Proteus mirabilis*, Ágar Manitol para *Staphylococcus aureus*. Posteriormente as placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 37°C por 24 h, no caso das bactérias, e 25°C por 48 h no caso do fungo, para então serem utilizados nos experimentos. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Farmacologia de Doenças Negligenciadas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Pará.

4.4.1 Preparo dos meios de cultura

Os meios de cultura os quais foram empregados nesse estudo foram preparados segundo as recomendações do fabricante: Ágar Sabouraud Dextrose, Ágar MacConkey, Ágar Manitol, Ágar Müller Hinton e Caldo Müller Hinton.

4.4.2 Método de microdiluição para a determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM)

Não foi feita análise para a casca e galho por falta de material disponível, os testes somente foram feitos para a folha. As amostras dos óleos essenciais da folha nas granulometrias fina, média e grossa foram submetidas ao teste de microdiluição, para a determinação da concentração inibitória mínima CIM (ELOFF, 1998), utilizando-se as seguintes concentrações: 1000; 500; 250; 125; 62,5 e 31,5 µg/mL por poço. As amostras foram diluídas em álcool metílico P.A.

Em 54 poços da placa com 96 poços, Figura 7, adicionou-se 0,180 mL de caldo Müller Hinton, 0,010 mL das amostras (óleos essenciais da folha fina, média e grossa do *Croton matourensis*) e 0,010 mL das suspensões bacterianas, num total de 0,200 mL.

Para o controle negativo foi utilizado uma mistura contendo 0,010 mL da suspensão bacteriana + 0,010 mL de gentamicina (antibiótico para bactérias) ou nistatina (antibiótico para fungo) e 1,80 mL de caldo Müller Hinton, já para o controle positivo, em 3 poços empregou-se 0,180 mL de álcool metílico 99,5% e em outros 3 poços 0,180 mL de caldo Müller Hinton. (CLSI, 2003).

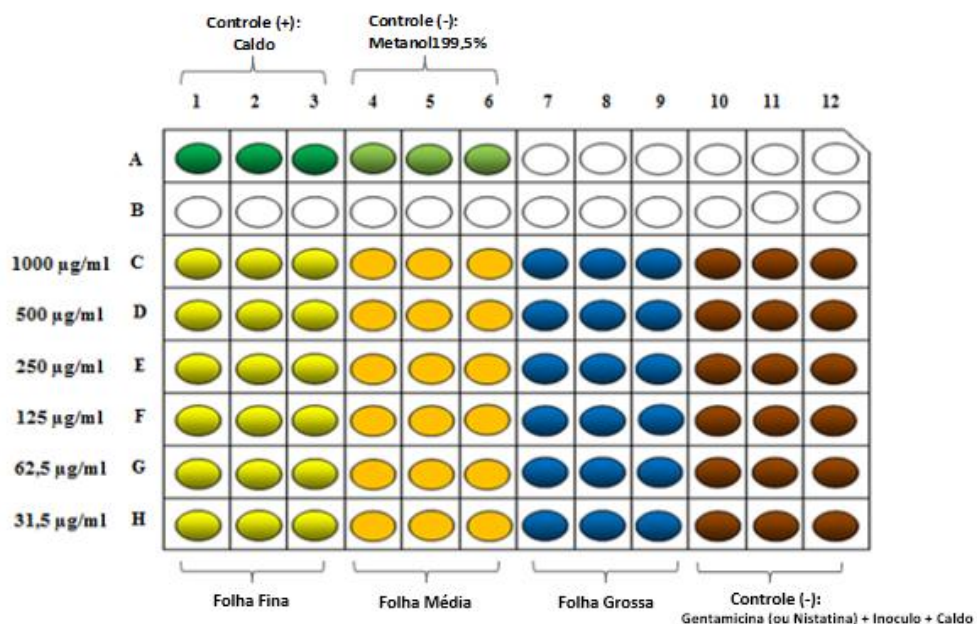
Após isso, as placas foram cobertas com papel alumínio e postas em uma estufa bacteriológica à 35°C por 24 h. Posteriormente, foi adicionada à placa teste, 0,010 mL de uma solução de MTT (2 mg/mL), sendo que a placa foi novamente incubada por 3 horas. O MTT é um sal de tetrazolio, que possui coloração amarela, no entanto em células viáveis esse sal é reduzido a formazan, que apresenta coloração azul.

Após a inserção de MTT se realizou a leitura colorimétrica, determinando que a cor azul indica o crescimento bacteriano e a cor amarela que não houve crescimento bacteriano sendo assim considera-se que a menor concentração do subgrupo em que não houve crescimento será considerada a concentração inibitória mínima (MONSMANN, 1983; TAVEIRA, 2007).

Para a classificação da atividade microbiana bacteriostática dos óleos e suas frações foram adotados os seguintes parâmetros: amostra com alta atividade antimicrobiana, concentração inibitória mínima (CIM) < 100 µg/mL; quando a CIM está entre 100 a 500 µg/mL foi considerada moderada; CIM entre 500 a 1000 µg/mL esta atividade foi considerada fraca e a amostra foi considerada inativa quando a CIM > 1000 µg/mL (HOLETZ et al., 2002).

A Figura 7 demonstra como as placas de 96 poços utilizadas para a metodologia de microdiluição foram preenchidas com os controles positivos, controles negativos, as concentrações dos óleos dos ensaios em triplicata.

Figura 7 - Placa de 96 poços para os testes de Concentração Inibitória Mínima



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTUDOS FARMACOGNÓSTICOS

5.1.1 Análise Granulométrica da casca, folha e galho do *C. matourensis*

Os valores obtidos na análise granulométrica foram aplicados na Equação 1, após os cálculos procedeu-se a classificação e distribuição granulométrica para a casca, folha e galho que estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 e nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

Tabela 1 - Dados da casca de *C. matourensis* utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter.

TYLER	MASSA RETIDA (g)	PERCENTUAL DE MASSA RETIDA (%)
10	95	50,00
12	20	10,53
35	40	21,05
60	10	5,263
65	5	2,631
270	10	5,263
400	5	2,631
-400	5	2,631
TOTAL	190	100,0

Tabela 2 - Dados da folha de *C. matourensis* utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter

TYLER	MASSA RETIDA (g)	PERCENTUAL DE MASSA RETIDA (%)
10	205	77,36
12	10	3,773
35	25	9,434
60	5	1,887
65	5	1,887
270	5	1,887
400	5	1,887
-400	5	1,887
TOTAL	265	100,0

Tabela 3 - Dados do galho de *C. matourensis* utilizados para os cálculos do Diâmetro médio de Sauter

TYLER	MASSA RETIDA (g)	PERCENTUAL DE MASSA RETIDA (%)
10	230	76,67
12	5	1,667
35	40	13,33
60	5	1,667
65	5	1,667
270	5	1,667
400	5	1,667
-400	5	1,667
TOTAL	300	100,0

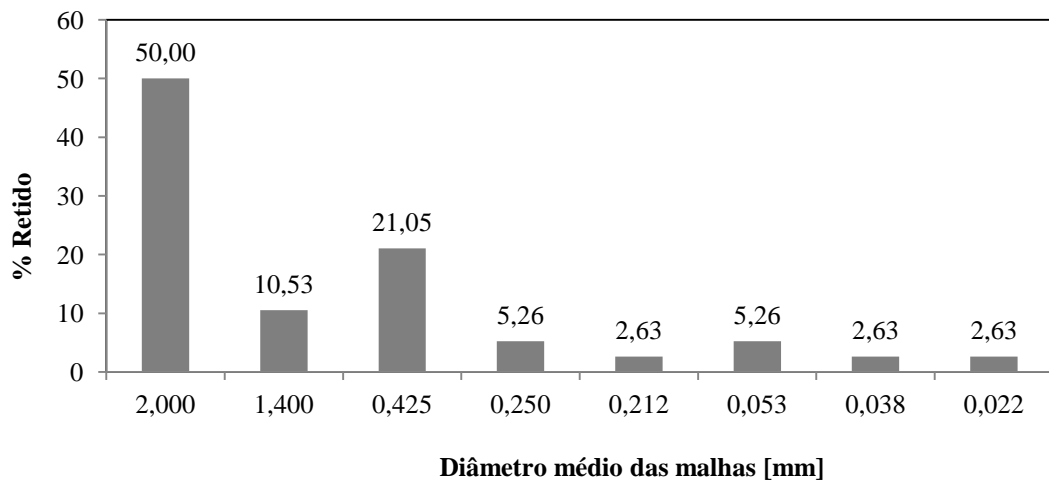
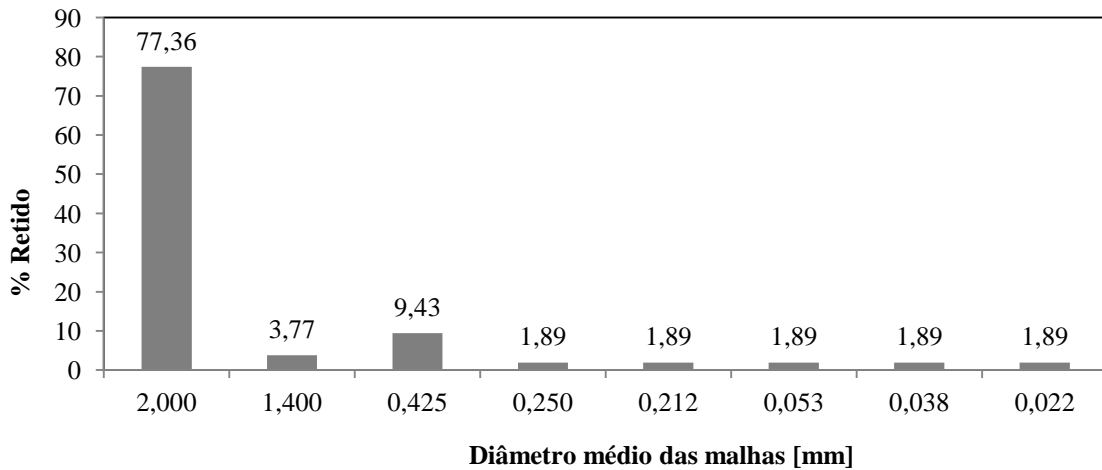
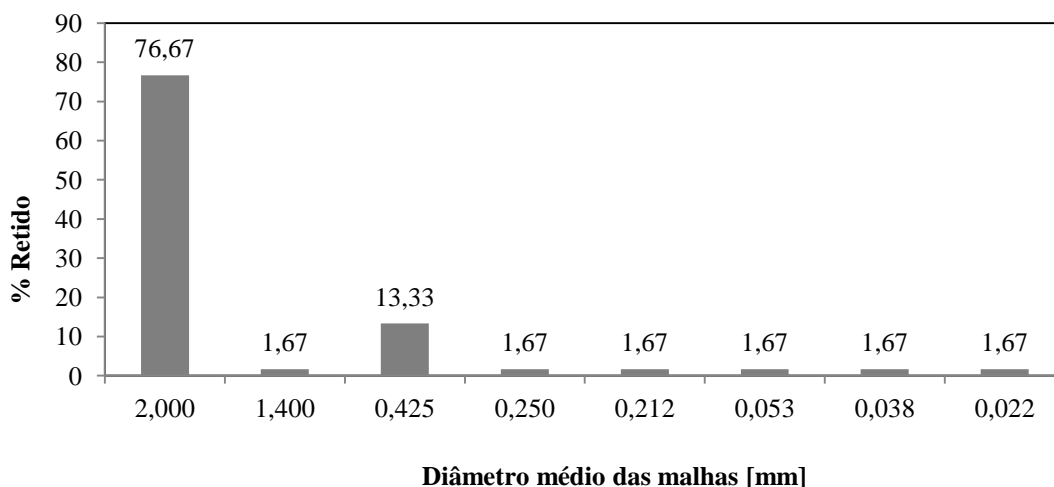
Figura 8 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó da casca do *Croton matourensis*Figura 9 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó da folha do *Croton matourensis*

Figura 10 - Gráfico da Distribuição Granulométrica do pó do galho do *Croton matourensis*



Aplicando os valores obtidos com a análise de distribuição granulométrica na Equação 1, obteve-se um diâmetro médio de Sauter das partículas de 1,407 mm para a casca, 1,715 mm para a folha e 1,699 mm para o galho. Os três materiais foram classificados de acordo com a Farmacopeia Brasileira V (2010) como pó grosso que é aquele cujas partículas passam em sua totalidade pelo tamis de abertura nominal de malha 1,70 mm e, no máximo, 40% do tamis com abertura nominal de malha de 355 μm .

Pelos resultados apresentados percebe-se que as faixas em que a casca de *C. matourensis* apresentou maior quantidade de massa retida foram nas malhas 0-10 a 12-35, representando 50% e 21,05%, respectivamente; as faixas em que a folha apresentou maior quantidade de massa retida foram nas malhas 0-10 a 12-35, representando 77,36% e 9,43% e as faixas em que o galho apresentou maior quantidade de massa retida foram nas malhas 0-10 a 12-35, representando 76,67% e 13,33%.

A avaliação granulométrica do material é uma etapa importante da padronização, pois representa uma influência direta sobre a eficiência no processo extrativo. Partículas com maior área superficial aumentam a área de contato entre o material sólido e o líquido extrator, podendo tornar, desta forma, mais eficiente a operação de extração (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

Com base nas análises feitas, utilizou-se: para o #Tyler 10 e 12 a denominação “grossa”, para o #Tyler 35, 60 e 65 a denominação “média” e para #Tyler 270, 400 e fundo a denominação “fina”. Em seguida as figuras representam a distribuição granulométrica das frações fina, média e grossa respectivamente Figuras 11 à 19, e obteve-se o diâmetro médio para cada classificação como mostra as Tabelas 4, 5 e 6.

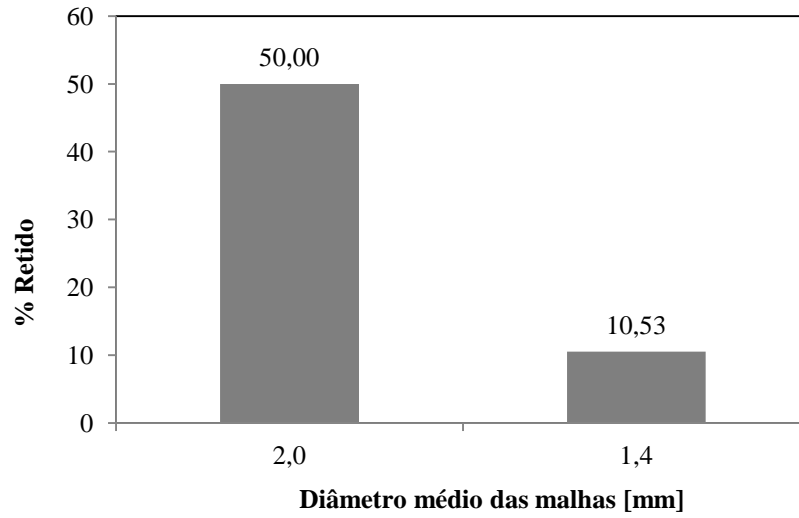
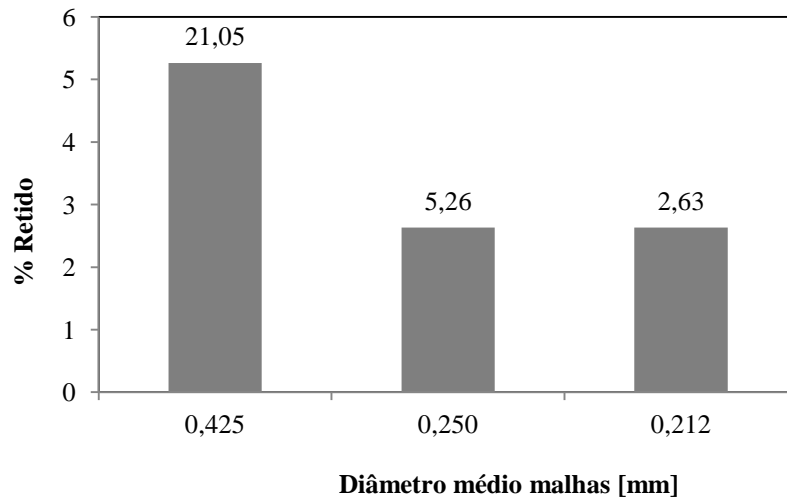
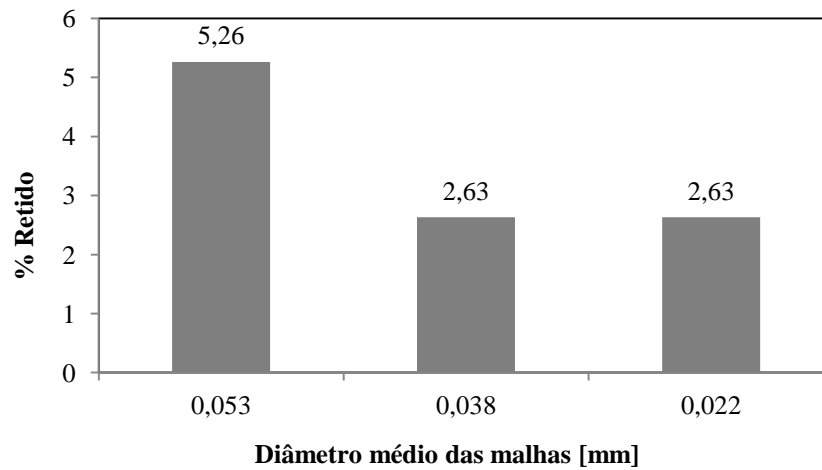
Figura 11 - Análise granulométrica – Casca – Fração Grossa**Figura 12 - Análise granulométrica – Casca – Fração Média****Figura 13 - Análise granulométrica – Casca – Fração Fina**

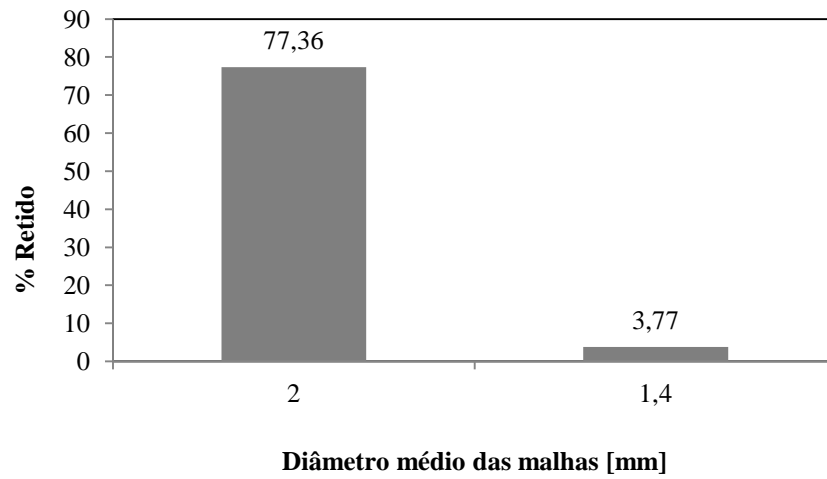
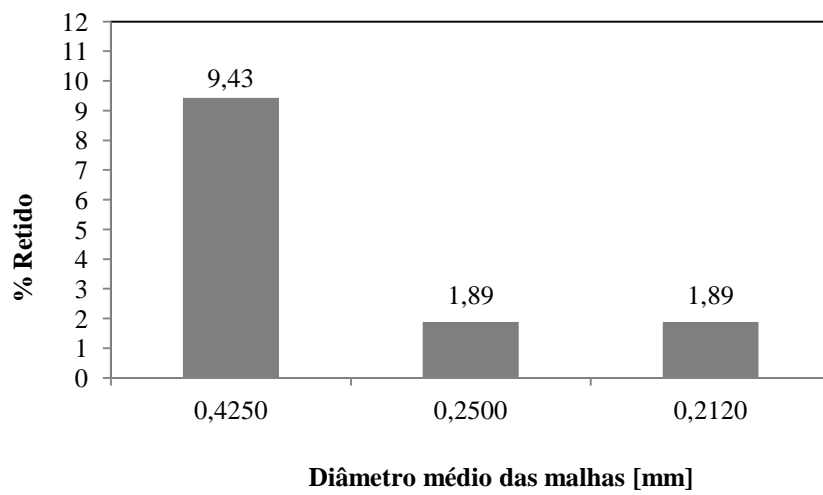
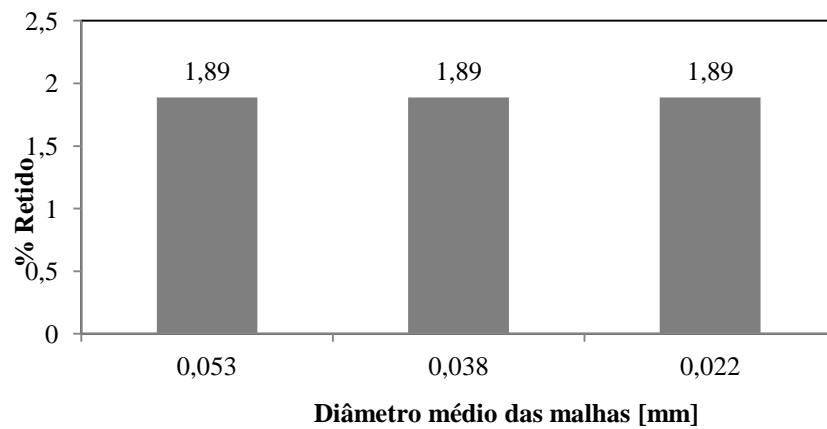
Figura 14 - Análise granulométrica – Folha – Fração Grossa**Figura 15 - Análise granulométrica – Folha – Fração Média****Figura 16 - Análise granulométrica – Folha – Fração Fina**

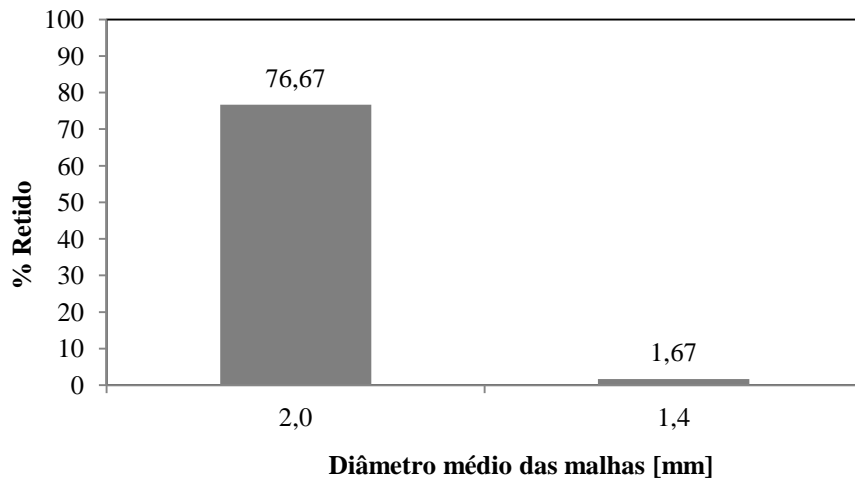
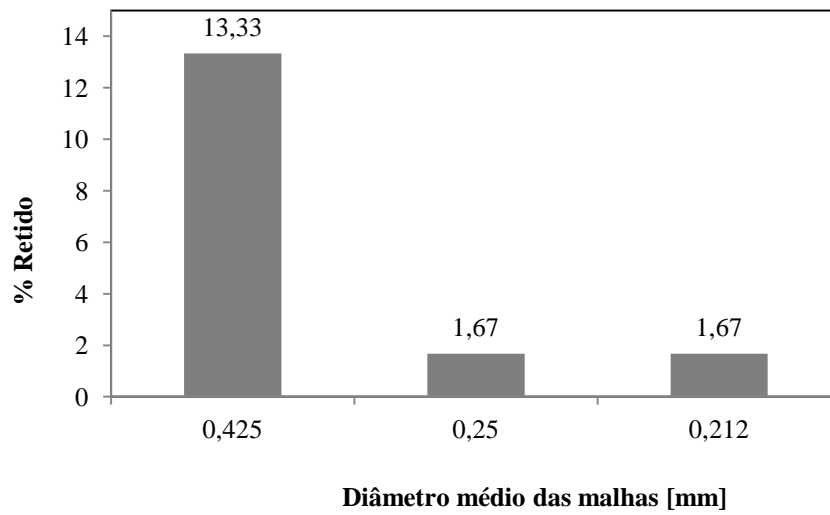
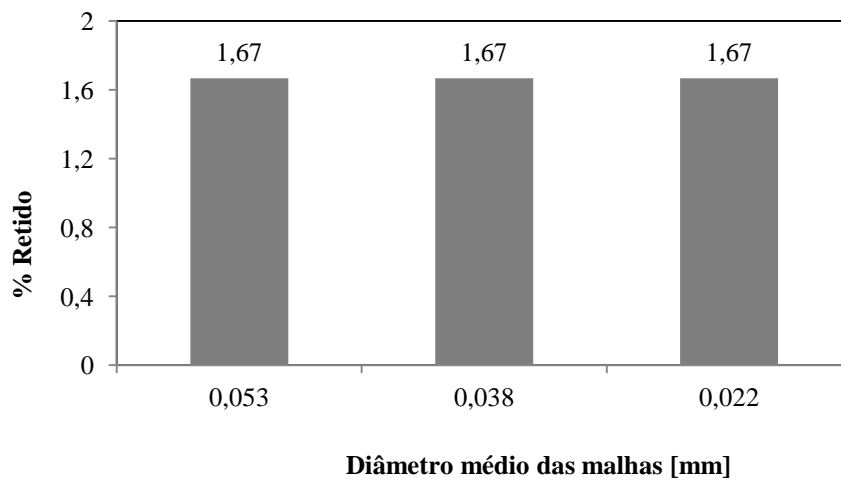
Figura 17 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Grossa**Figura 18 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Média****Figura 19 - Análise granulométrica – Galhos – Fração Fina**

Tabela 4 - Diâmetro médio da casca para cada classificação

CLASSIFICAÇÃO	FINA	MÉDIA	GROSSA
Diâmetro Médio (mm)	0,01	0,22	1,15

Tabela 5 - Diâmetro médio da folha para cada classificação

CLASSIFICAÇÃO	FINA	MÉDIA	GROSSA
Diâmetro Médio (mm)	0,002	0,05	1,61

Tabela 6 - Diâmetro médio do galho para cada classificação

CLASSIFICAÇÃO	FINA	MÉDIA	GROSSA
Diâmetro Médio (mm)	0,002	0,06	1,56

5.1.2 Determinação da Umidade da casca, galho e folha na classificação fino, médio e grosso do *C. matourensis*

O material vegetal das três partes do *C. matourensis* coletadas casca, galho e folha que posteriormente foram separadas em fino, médio e grosso resultou nos teores de umidade mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 - Teor de umidade das três partes da planta

PARTES DA PLANTA	FINO	MÉDIO	GROSSO
Casca	11,6%	12%	13,2%
Galho	14,2%	13,4%	12,5%
Folha	12,9%	14,4%	14,7%

Como pode se observar na Tabela 7 (casca), as granulometrias fina e média não obtiveram uma variação significativa no teor de umidade, já na granulometria grossa obteve-se um maior teor de umidade em relação as demais, logo pode-se inferir que a granulometria pode influenciar no teor de umidade da casca.

Na Tabela 7 (galho), foi observado que houve variação no teor de umidade para as três granulometrias fina, média e grossa, logo pode-se inferir que a granulometria pode influenciar

no teor de umidade do galho. Vale ressaltar que o teor de umidade do galho na granulometria fina foi maior que nas outras granulometrias e nas outras partes da planta.

Na Tabela 7 (folha), as granulometrias médias e grossas não obtiveram uma variação significativa no teor de umidade, já na granulometria fina obteve-se um menor teor de umidade em relação as demais, logo pode-se inferir que a granulometria pode influenciar no teor de umidade da folha. Foi observado também que nessa parte da planta obteve-se um maior teor de umidade nas granulometrias média e grossa em relação à granulometria fina e as demais partes estudadas.

O resultado obtido mostra que para a casca fina, média e grossa; galho médio e grosso e folha fina estão de acordo com Brandão (2007), que indica que as faixas de teor de umidade adequada para material botânico é de 8 a 14%. Sendo que essa faixa é para casca e folha do material botânico. A porcentagem de umidade superior pode causar deterioração por contaminação microbiana.

5.2 ESTUDO FITOQUÍMICO

5.2.1 Análise do Rendimento da casca, galho e folha nas granulometrias fina, média e grossa

Feita a classificação, os rendimentos dos óleos essenciais extraídos da casca, folha e galho do *Croton matourensis* estão apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10 em função da sua granulometria com 100g de massa nas três partes da planta e nas três granulometrias.

Tabela 8 - Rendimento em função da granulometria (casca)

GRANULOMETRIA	FINA	MÉDIA	GROSSA
Rendimento	0,11%	0,23%	0,12%

Tabela 9 - Rendimento em função da granulometria (folha)

GRANULOMETRIA	FINA	MÉDIA	GROSSA
Rendimento	0,67%	0,82%	0,70%

Tabela 10 - Rendimento em função da granulometria (galho)

GRANULOMETRIA	FINA	MÉDIA	GROSSA
Rendimento	0,23%	0,23%	0,23%

Como pode se observar na Tabela 8 (casca) a granulometria denominada fina e grossa não obtiveram uma variação significativa no rendimento, já na granulometria média obteve-se um maior rendimento em relação as demais, logo pode-se inferir que a granulometria pode influenciar no rendimento da casca.

Na Tabela 9 (folha) foi observado que na granulometria fina e grossa não houve uma variação significativa no rendimento, já na granulometria média pode se observar uma variação significativa em relação às outras granulometrias, logo pode-se inferir que a granulometria pode influenciar no rendimento da folha. Foi observado também que nessa parte da planta obteve-se um maior rendimento para as três granulometrias em relação às demais partes estudadas.

Na Tabela 10 (galho) o rendimento obtido para as três granulometrias fina, média e grossa não teve variação, logo pode-se inferir que a granulometria desta parte da planta não influencia no rendimento. Vale ressaltar que o rendimento do galho em relação à casca é maior na granulometria fina e grossa.

Na literatura, observa-se que os rendimentos dos óleos essenciais obtidos de várias espécies de *Croton* variam entre 0,05 e 3,15% extraídos de várias partes das plantas e o resultado dos rendimentos dessa pesquisa estão de acordo com a literatura. O rendimento do óleo essencial da folha do *C. matourensis* foi menor que o encontrado por Compagnone et al., (2010) que obteve um valor de 1%. Essa variação pode ser atribuída a vários fatores tais como, qualidade dos solos, umidade do ar, temperatura ambiente, época de colheita, método e tempo de destilação, além da diversidade genética da espécie, entre outros (SILVA et al., 2006).

5.2.2 Caracterização química da casca, galho e folha nas granulometrias fina, média e grossa

A composição química dos óleos essenciais das três partes estudadas de *Croton matourensis* foi determinada por Cromatografia Gasosa (CG) acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM), onde foram identificados e quantificados os constituintes químicos presentes nos óleos avaliados. Os resultados foram obtidos através da determinação das áreas dos principais picos observados nos cromatogramas Apêndice A, juntamente com a comparação dos espectros de massas de cada constituinte presente no óleo com aqueles encontrados na biblioteca da base de dados do NIST 8.0.

Os vários constituintes dos óleos obtidos são mostrados no Apêndice B. Os componentes estão dispostos na ordem de eluição em coluna DB-5MS. Os constituintes majoritários da casca, folha e galho são mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Constituintes majoritários dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa %

Composto	IR	Casca	Casca	Casca	Folha	Folha	Folha	Galho	Galho	Galho
		Fina	Média	Grossa	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
α-pineno	932	20,97	-	10,3	2,99	15,52	15,93	2,57	-	-
β-pineno	977	2,8	-	2,46	-	0,53	0,43	-	-	-
α-felandreno	1007	-	-	-	-	4,17	3,42	-	-	-
ρ-cimeno	1024	3,59	-	2,54	3,11	15,15	9,92	0,23	-	0,56
1,8-cineol	1031	8,89	1,39	14,56	1,01	1,0	3,87	0,41	-	0,68
terpinoleno	1085	-	-	0,45	0,32	2,7	2,32	-	-	-
linalol	1100	11,84	46,53	36,96	19,87	24,73	22,59	3,15	12,23	21,76
terpineno-4-ol	1180	0,46	5,02	3,79	0,31	0,92	0,69	-	0,32	0,48
α-terpineol	1195	1,5	9,56	6,41	0,82	1,05	0,89	0,33	1,13	1,4
α-copaeno	1374	2,33	1,21	0,29	6,84	2,57	2,75	0,78	0,88	0,32
cipereno	1400	4,92	2,99	0,49	-	-	-	-	-	-
<i>E</i>-cariofileno	1417	1,08	0,29	0,07	13,24	6,08	6,45	2,53	3,88	1,74
α-humuleno	1453	0,12	-	-	4,19	1,93	2,13	0,79	1,01	0,4
γ-muuroleno	1473	1,7	0,94	0,2	5,47	1,89	2,21	0,77	0,69	0,17
elemol	1547	0,99	3,43	1,93	0,65	0,34	0,47	0,72	0,79	0,67
espatulenol	1575	3,26	1,56	0,72	2,62	1,09	1,78	2,75	3,63	2,58
óxido de cariofileno	1579	3,19	2,56	0,86	8,17	3,12	4,48	4,73	7,51	3,8
1-epi-cubenol	1625	1,69	2,33	1,21	0,3	0,13	0,25	0,58	0,55	-
totareno	1919	1,15	0,59	0,34	1,27	0,17	0,23	4,37	2,55	1,27
NI	2040	1,14	0,6	0,64	2,2	0,7	0,88	10,65	9,69	9,46
NI	2095	0,47	0,26	0,32	0,86	0,29	0,37	3,8	3,57	3,58
NI		0,54	0,37	2,84	-	-	-	35,44	32,37	40,33

IR= Índice de Retenção; NI= Não identificado.

5.2.2.1 Caracterização química dos óleos essenciais da casca nas granulometrias fina, média e grossa.

Tabela 12 - Componentes majoritários da casca %

Composto	IR	Casca Fina	Casca Média	Casca Grossa
α-pineno	932	20,97	-	10,3
β-pineno	977	2,8	-	2,46
ρ-cimeno	1024	3,59	-	2,54
1,8-cineol	1031	8,89	1,39	14,56
linalol	1100	11,84	46,53	36,96
terpineno-4-ol	1180	0,46	5,02	3,79
α-terpineol	1195	1,5	9,56	6,41
cipereno	1400	4,92	2,99	0,49
elemol	1547	0,99	3,43	1,93
espatulenol	1575	3,26	1,56	0,72
óxido de cariofileno	1579	3,19	2,56	0,86
NI		0,54	0,37	2,84

IR= Índice de Retenção; NI= Não identificado.

Na análise química do óleo da casca na granulometria fina foram encontrados 56 constituintes químicos, dos quais foram identificados 46 compostos representando 94,46% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 12 foram α -pineno (20,97%), linalol (11,84%), 1,8-cineol (8,89%), cipereno (4,92%), ρ -cimeno (3,59%), espatulenol (3,26) e β -pineno (2,8) o que correspondem a 56,27% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 10 compostos correspondendo a 4,56% da composição total do óleo.

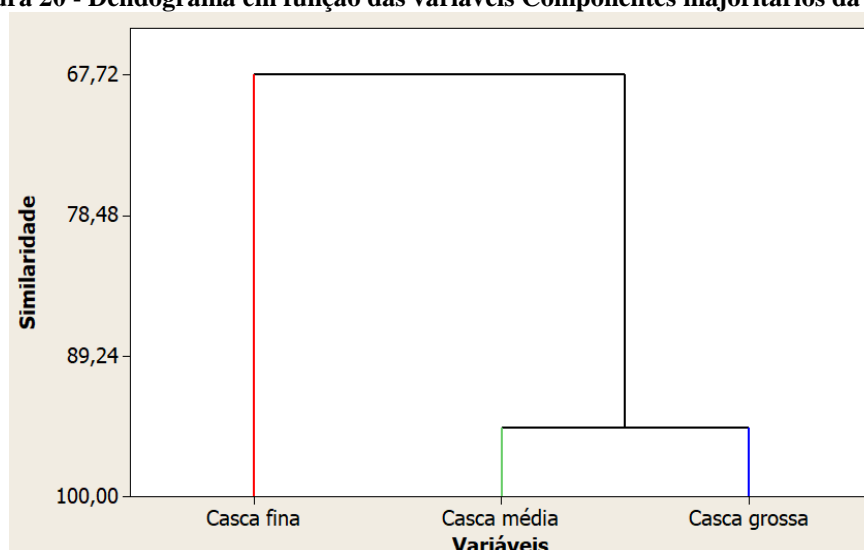
Na análise química do óleo da casca na granulometria média foram encontrados 55 constituintes químicos, dos quais foram identificados 39 compostos representando 93,81% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 12 foram linalol (46,53%), α -terpineol (9,56%), terpineno-4-ol (5,02%), elemol (3,43%), cipereno (2,99%), óxido de cariofileno (2,56%) e 1-epi-cubenol (2,33%) o que correspondem a 72,42% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 16 compostos correspondendo a 6,19% da composição total do óleo.

Na análise química do óleo da casca na granulometria grossa foram encontrados 71 constituintes químicos, dos quais foram identificados 49 compostos representando 92,22% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 12 foram linalol

(36,96%), 1,8-cineol (14,56%), α -pineno (10,3%), α -terpineol (6,41%), terpineno-4-ol (3,79%), NI (2,84%), ρ -cimeno (2,54%) o que correspondem a 77,4% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 22 compostos correspondendo a 7,78% da composição total do óleo.

Foi feita uma análise estatística de agrupamento para saber o grau de similaridade entre os componentes majoritários das diferentes granulometrias apresentadas como mostra a Figura 20.

Figura 20 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários da casca



Como pode se observar no Dendograma da Figura 20 a casca média apresenta similaridade com a casca grossa de aproximadamente 90% em relação à casca fina que tem uma similaridade de 67,72% em se tratando de componentes majoritários, apesar dessa similaridade os percentuais dos componentes diferem entre si, além disso foram identificados e quantificados diferentes quantidades de compostos entre as granulometrias o que indica que alguns componentes aparecem apenas em uma granulometria como por exemplo o α -terpineno que foi identificado apenas na granulometria grossa, o componente α -humoleno que só foi identificado na granulometria fina e o α -pineno que é um dos componentes majoritários na casca fina e grossa e não foi identificado na casca média. Por todas essas observações pode se constatar que a análise granulométrica influencia na composição química da casca.

Não foi encontrada na literatura outra pesquisa referente à composição química da casca do *Croton matourensis*, porém existem outras pesquisas com a composição química da casca de outros *Crotons*. Saviotto (2011) destacou a presença de α -pineno e 1,8-cineol como compostos majoritários no óleo extraído da casca de *C. myrianthus* corroborando com os dados desse estudo. No óleo essencial da casca de *C. dusenii* e *C. ericoides* Feliu (2011),

identificou como componentes majoritários o 1,8-cineol, linalol, tepineno-4-ol e espatulenol para o *Croton dusenii* e α -pineno, 1,8-cineol, α -terpineol para o *Croton ericoides* o que também corrobora com os dados apresentados nesse estudo para o óleo essencial da casca do *C. matourensis*.

O composto 1,8-cineol também chamado de eucaliptol foi encontrado nas três granulometrias da casca, porém majoritário na casca fina e grossa. O 1,8-cineol apresenta propriedades farmacológicas, tais como ação anestésica, antibronquítica, antisséptica, bactericida, expectorante e, também, atividades herbicida e insetífuga (CARDOZO-FILHO, WOLFF, MEIRELES, 1997). Em função disso é muito utilizado na indústria farmacêutica.

Linalol componente majoritário nas três granulometrias da casca é bastante utilizado na indústria cosmética e de perfumes como fixador de fragrâncias possui atividades larvicida (SYLVESTRE et al., 2006), sedativa (LINCK et al., 2009), anti-leishmania (ROSA et al., 2003), antinociceptiva (BLANK, SOUZA, ARRIGONE-BLANK, 2007) e anticonvulsiva (ELIZABETSKI, MARSCHNER, SOUZA, 1995).

5.2.2.2 Caracterização química dos óleos essenciais da folha nas granulometrias fina, média e grossa.

Tabela 13 - Componentes majoritários da folha %

Composto	IR	Folha Fina	Folha Média	Folha Grossa
α-pineno	932	2,99	15,52	15,93
α-felandreno	1007	-	4,17	3,42
ρ-cimeno	1024	3,11	15,15	9,92
1,8-cineol	1031	1,01	1,0	3,87
linalol	1100	19,87	24,73	22,59
α-copaeno	1374	6,84	2,57	2,75
<i>E</i>-cariofileno	1417	13,24	6,08	6,45
α-humuleno	1453	4,19	1,93	2,13
γ-muuroleno	1473	5,47	1,89	2,21
óxido de cariofileno	1579	8,17	3,12	4,48

IR= Índice de Retenção.

Na análise química do óleo da folha na granulometria fina foram encontrados 57 constituintes químicos, dos quais foram identificados 53 compostos representando 95,5% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 13 foram linalol (19,87%), *E*-cariofileno (13,24), óxido de cariofileno (8,17%), α -copaeno (6,84%), γ -muuroleno (5,47%), α -humuleno (4,19%) e ρ -cimeno (3,11%) o que correspondem a 60,89%

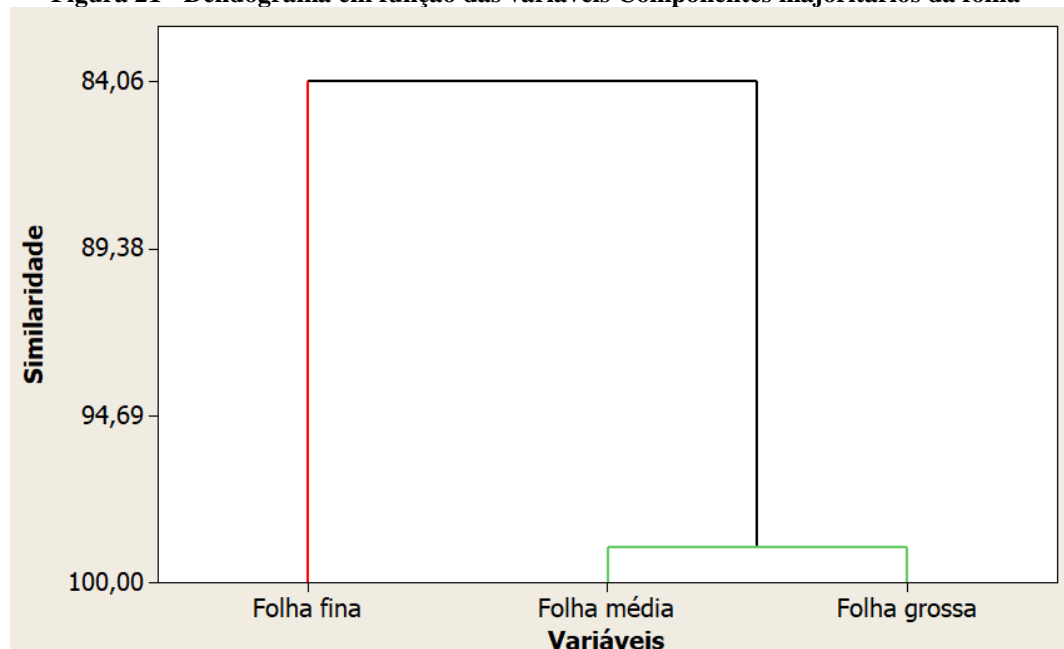
da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 4 compostos correspondendo a 4,35% da composição total do óleo.

Na análise química do óleo da folha na granulometria média foram encontrados 65 constituintes químicos, dos quais foram identificados 61 compostos representando 97,37% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 14 foram linalol (24,73%), α -pineno (15,52%), ρ -cimeno (15,15%), E-cariofileno (6,08%), α -felandreno (4,17%), óxido de cariofileno (3,12%), e terpinoleno (2,7%) o que correspondem a 71,47% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 4 compostos correspondendo a 1,46% da composição total do óleo.

Na análise química do óleo da folha na granulometria grossa foram encontrados 68 constituintes químicos, dos quais foram identificados 62 compostos representando 97,12% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 14 foram linalol (22,59%), α -pineno (15,93%), ρ -cimeno (9,92%), E-cariofileno (6,45%), óxido de cariofileno (4,48%), 1,8-cineol (3,87%) e α -felandreno (3,42%) o que correspondem a 66,66% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 6 compostos correspondendo a 2,3% da composição total do óleo.

Foi feita uma análise estatística de agrupamento para saber o grau de similaridade entre os componentes majoritários das diferentes granulometrias apresentadas como mostram as Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários da folha



encontraram vários compostos que também são encontrados no óleo analisado no presente trabalho tais como: α -pineno, p -cimeno, linalol, terpineno-4-ol, α -terpineol, óxido de cariofileno, α -cubebeno, β -elemeno, β -bourboreno, metil eugenol, espatulenol e outros. Ressaltando-se que houve variação nos percentuais encontrados nos óleos essenciais referidos. Já os constituintes majoritários foram: fenchil acetato (25,3%), α -cariofileno (20,7%), α -selineno (12,8%) e β -bourboreno (9,3%) para o óleo das folhas do *C. micans* e fenchil acetato (19,5%), metileugenol (14,2%), isoelemicina (11,3%) e elemicina (7,6%) para o óleo de folhas do *C. matourensis* o que difere dos compostos majoritários encontrados no presente trabalho.

As diferenças nos resultados podem ser por vários fatores como, por exemplo as especificidades edafoclimática do local onde se encontra a planta, tipos e as características do solo (macro e micro nutrientes), a disponibilidade hídrica e a intensidade luminosa que podem influenciar na sua composição química (GOBBO-NETO, LOPES, 2007). Outros fatores como clima, época do ano, localização geográfica do espécime, ataque de patógenos e fatores genéticos também influenciam no tipo de material obtido (CASTELO, DEL MENEZZI, RESCK, 2012 e FIGUEIREDO et al., 2008).

O óleo volátil de *Croton cajucara* Benth. é rico em linalol (LOPES et al., 2000; ROSA et al., 2003; ALVIANO et al., 2005), constituinte relevante em *C. Oligandrun* Pierre ex Huntch, espécie africana (AGNANIET et al., 2005), constituinte majoritário de *C. stellulifer* Hunth (MARTINS et al., 2000). O óleo de folhas de *C. sacaquinha* Croizat contém linalol e óxido de cariofileno foi encontrado nas folhas de *C. sellowii* Baill (PALMEIRA et al., 2004). Folhas de *C. zambesicus* Mull. Arg., contém linalol e óxido de linalol (BLOCK et al., 2006). Essas pesquisas corroboram com o presente trabalho já que foi encontrado no mesmo, linalol e óxido de cariofileno como alguns compostos majoritários nas três granulometrias da folha.

5.2.2.3 Caracterização química dos óleos essenciais do galho nas granulometrias fina, média e grossa.

Tabela 14 - Componentes majoritários do galho %

Composto	IR	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
α-pineno	932	2,57	-	-
linalol	1100	3,15	12,23	21,76
<i>E</i>-cariofileno	1417	2,53	3,88	1,74
espatulenol	1575	2,75	3,63	2,58

Continua

Composto	IR	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
óxido de cariofileno	1579	4,73	7,51	3,8
totareno	1919	4,37	2,55	1,27
NI	2040	10,65	9,69	9,46
NI	2095	3,8	3,57	3,58
NI		35,44	32,37	40,33

IR= Índice de Retenção; NI= Não identificado.

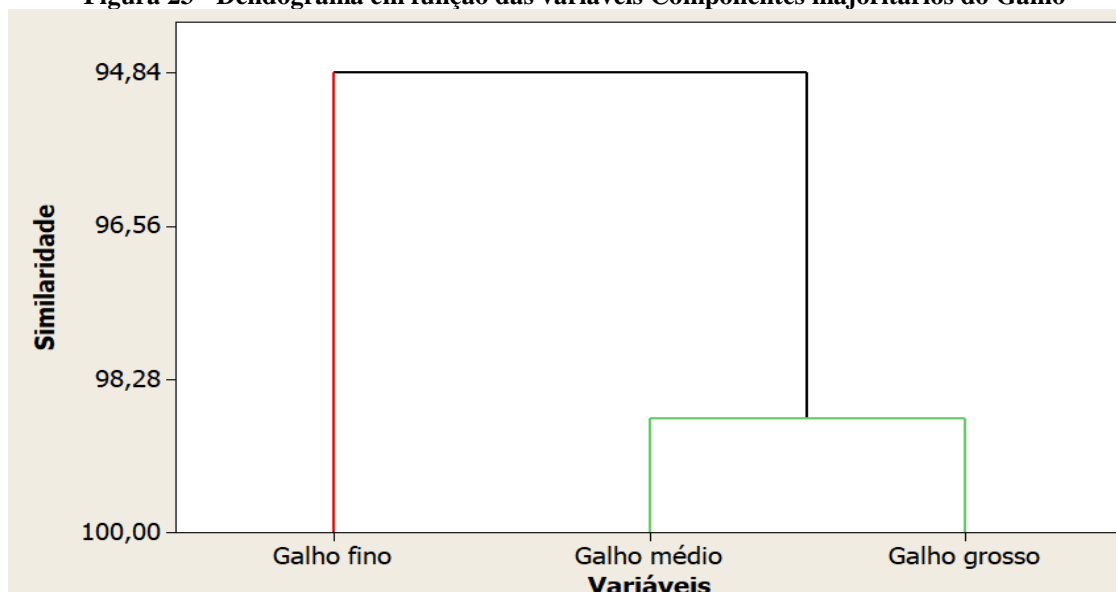
Na análise química do óleo do galho na granulometria fina foram encontrados 99 constituintes químicos, dos quais foram identificados 49 compostos representando 38,49% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 14 foram NI1 (35,54%), NI2 (10,65%), óxido de cariofileno (4,73%), totareno (4,37%), linalol (3,15%), espatulenol (2,75%) e α -pineno (2,57%) o que correspondem a 63,75% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 50 compostos correspondendo a 61,27% da composição total do óleo.

Na análise química do óleo do galho na granulometria média foram encontrados 54 constituintes químicos, dos quais foram identificados 36 compostos representando 46,69% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 14 foram NI1 (32,37%), linalol (12,23%), NI2 (9,69%), óxido de cariofileno (7,51%), E-cariofileno (3,88%), espatulenol (3,63%) e NI3 (3,57%) o que correspondem a 72,88% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 18 compostos correspondendo a 53,16% da composição total do óleo.

Na análise química do óleo do galho na granulometria grossa foram encontrados 43 constituintes químicos, dos quais foram identificados 28 compostos representando 40% da composição química total. Os compostos majoritários como mostra a Tabela 14 foram NI1 (40,33%), linalol (21,76%), NI2 (9,46%), óxido de cariofileno (3,8%), NI3 (3,58%), espatulenol (2,58%) e E-cariofileno (1,74%) o que correspondem a 83,25% da composição total do óleo. Alguns compostos não foram identificados sendo denominados de NI no total de 15 compostos correspondendo a 59,93% da composição total do óleo.

Foi feita uma análise estatística de agrupamento para saber o grau de similaridade entre os componentes majoritários das diferentes granulometrias apresentadas como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários do Galho



Como pode se observar no Dendograma da Figura 23 o galho médio apresenta similaridade com o galho grosso de aproximadamente 98% em relação ao galho fino cuja similaridade é de 94,84%, porém suas similaridades são bem próximas o que indica que não tem muita diferença nos componentes majoritários nas três partes do galho, apesar dessa similaridade os percentuais dos componentes diferem entre si, além disso, foram identificados e quantificados diferentes quantidades de compostos entre as granulometrias o que indica que alguns componentes aparecem apenas em uma granulometria como, por exemplo, o α -pineno, β -copaeno, aromadendreno, α -cubebeno e germacreno D que foram identificados apenas na granulometria “fina”, o componente epoxido de humuleno que só foi identificado na granulometria “grossa”, o 1,8 cineol que foi identificado no galho fino e grosso e não foi identificado no galho médio, os componentes β -elemeno, ciclosativeno e γ -elemeno que foram identificados no galho fino e médio e não foi identificado no galho grosso. Por todas essas observações pode se constatar que a análise granulométrica influencia diretamente na composição química do galho.

Foi observado nessa pesquisa que alguns componentes majoritários do galho não foram identificados por CG-EM, logo outra análise precisa ser feita posteriormente, nesse caso uma análise de RMN para a elucidação dos compostos que estão em grande quantidade nas amostras. Não foi encontrada na literatura outra pesquisa referente à composição química do galho do *Croton matourensis*, nem outras pesquisas com a composição química do galho de outros Crotons, o que dificulta a comparação de seus componentes, porém demonstra a importância desse estudo.

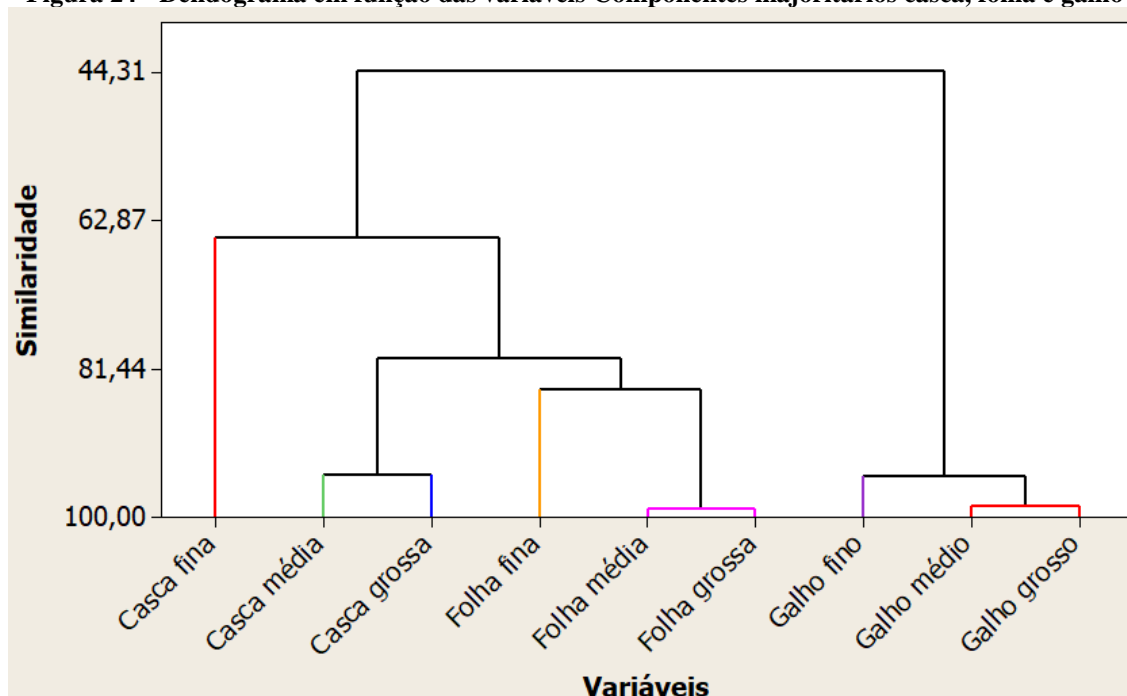
5.2.2.4 Comparação da Caracterização química das três partes da planta: casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Foram identificados nos óleos voláteis da casca 46 compostos para a granulometria fina (GF), 39 compostos para a granulometria média (GM) e 49 compostos para a granulometria grossa (GG). Para os óleos voláteis da folha foram identificados 53 compostos para a GF, 61 para a GM e 62 para a GG e para os óleos voláteis do galho foram identificados 49 compostos para a GF, 36 para a GM e 28 para a GG. Alguns compostos não tiveram sua identidade química elucidada e foram denominados de NI no total de 10 compostos para a casca na (GF), 16 (GM) e 22 (GG). Para a folha 4 (GF), 4 (GM) e 6 (GG) e para o galho 50 (GF), 18 (GM) e 15 (GG).

Pode-se observar que na casca e na folha a maior quantidade de compostos identificados foi encontrada na (GG) enquanto que no galho foi na (GF). Fazendo-se a comparação entre as partes estudadas casca, folha e galho o maior número de componentes identificados foi encontrado na folha nas três granulometrias. A alta variedade de compostos identificados pode ser explicada pela grande diversidade química de *Croton* (SALATINO, SALATINO, NEGRI, 2007). A caracterização química tanto de composição como de concentração de compostos voláteis podem variar bastante dependendo do tecido analisado (TININIS et al., 2006). Em termos gerais o óleo volátil da folha apresentou maior diversidade de compostos em relação à casca e ao galho. Este fato pode ser explicado devido a maior exposição à luz solar pelo tecido foliar e sua maior taxa de biossíntese oxidativa (TININIS et al., 2006).

Foi feita uma análise estatística de agrupamento para saber o grau de similaridade entre os componentes majoritários das três partes estudadas nas diferentes granulometrias como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Dendograma em função das variáveis Componentes majoritários casca, folha e galho



Como pode se observar no Dendograma da Figura 24 a folha média e a folha grossa apresentam uma similaridade de aproximadamente 99%, o galho médio e galho grosso apresentam uma similaridade de 98% e a casca média e casca grossa uma similaridade de, aproximadamente, 90% em se tratando de componentes majoritários, o que indica que nessas granulometrias os componentes majoritários são bem parecidos e que na folha média e grossa a similaridade é maior. Relacionando as três partes estudadas, a casca apresenta uma similaridade de, aproximadamente, 80% em relação à folha e de 44,31% em relação ao galho o que indica que a casca tem maior similaridade com a folha do que com o galho em se tratando de componentes majoritários. Em se tratando das três granulometrias fina, média e grossa entre si, a casca apresenta uma similaridade de 60%, a folha de 82% e o galho de aproximadamente 90% o que indica que o galho apresenta maior similaridade entre suas granulometrias. Vale ressaltar também que nas três partes estudadas a granulometria fina teve maior diferença em relação às granulometrias média e grossa.

Apesar dessas similaridades os percentuais dos componentes diferem entre si, foram identificados e quantificados diferentes quantidades de compostos entre as granulometrias o que indica que alguns componentes aparecem apenas em uma granulometria, e também existem componentes exclusivos em determinada parte da planta como, por exemplo, verbonono, β -bourboneno, β -copaeno, γ -amorfenno, β -himachaleno, cis-óxido de linalol e ρ -menta-1,5-dieno-8-ol que são encontrados somente na folha e o α -ilangeno e cipereno que só

foram identificados na casca. Por todas essas observações pode se constatar que a análise granulométrica influencia diretamente na composição química das partes e que a composição química das partes também se diferencia.

A diferença na composição dos óleos essenciais podem estar relacionada com a fisiologia da planta, na qual a sua composição e o seu rendimento dependem de enzimas específicas que catalisam a formação de compostos voláteis em um órgão, na fase de crescimento e de estresses abióticos da planta, como a temperatura, a salinidade do solo e a umidade do ar do ambiente (SANGWAN et al., 2001).

A literatura apresenta dados compatíveis com os encontrados neste trabalho, onde os óleos essenciais do gênero *Croton* são caracterizados pela predominância de monoterpenos e sesquiterpenos (MECCIA et al., 2000).

O croton matourensis é uma espécie promissora para estudos de atividades analgésicas e anti-inflamatórias por ser rica em monoterpenos (AGUIAR, COSTA, 2005). Estudos associam essa ação à presença de monoterpenos como o linalol presente em grande concentração no óleo nas três partes da espécie estudada. Outros compostos que possuem atividade anti-inflamatória comprovada também foram encontrados nessa pesquisa como o *p*-cimeno e o 1,8-cineol (EHRNHÖFER-RESSLER et al., 2013).

5.2.3 Análise da Atividade Antimicrobiana da folha nas granulometrias fina, média e grossa

Tabela 15 - Valores dos resultados da Concentração Inibitória Mínima

**CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA; ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA BACTERIOSTÁTICA. (µg/mL)**

	<i>P. mirabilis</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S. typhi</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
FF	31,5; A	250; M	1000; I	125; M	500; M
FM	31,5; A	250; M	500; M	250; M	250; M
FG	>1000; SA	500; M	>1000; SA	1000; I	1000; I

Legenda: FF: folha fina; FM: folha média; FG: folha grossa; A: Alta atividade; M: moderada; I: inativa; SA: Sem atividade.

Para as análises realizadas com os óleos essenciais obtidos da folha do *C. matourensis* na extração por hidrodestilação, de acordo com a Tabela 15, observou-se que a bactéria *P. mirabilis* apresentou inibição para a maior concentração da amostra da folha fina, enquanto

que a *P.aerug*, *S. aureus* e o fungo *C. albicans* apresentaram ação inibitória moderada para as concentrações 250 mg/mL, 125 mg/mL e 500 mg/mL e para *S. typhi* não foi apresentada ação inibitória para nenhuma concentração.

A bactéria *P. mirabilis* também apresentou inibição para a maior concentração da amostra da folha média, enquanto que as *P.aerug*, *S. aureus*, *S. typhi* e o fungo *C. albicans* apresentaram ação inibitória moderada para as respectivas concentrações 250 mg/mL, 500 mg/mL, 250 mg/mL e 250mg/mL. A *P.aerug* apresentou inibição moderada para a concentração de 500 mg/mL para a amostra da folha grossa, enquanto que as *P. mirabilis*, *S. aureus*, *S. typhi* e o fungo *C. albicans* não apresentaram ação inibitória para nenhuma concentração.

Analisando os resultados do CIM pode-se observar que a amostra da folha média apresentou melhor resultado, pois comprovou inibição do crescimento das quatro bactérias e do fungo estudado, enquanto que na amostra da folha fina não houve inibição para a bactéria *S. typhi* e na amostra da folha grossa não houve inibição para as bactérias *P. mirabilis*, *S. aureus*, *S. typhi* e o fungo *C. albicans*. O que indica que a análise granulométrica influencia diretamente na análise microbiológica.

Estudos com a espécie *C. matourensis* de óleo essencial com atividade antibacteriana ainda não foram encontrados. Provavelmente se deve ao fato desta espécie produzir óleos com baixo rendimento. No entanto, observa-se atividade antimicrobiana com óleos essenciais para outras espécies de *Croton*, tais como *Croton nepetaefolius* (LEMOS, MONTE, GUIMARÃES, 1992), *Croton tiglium* (TSAI, TSAI, CHANG, 2004), *Croton urucurana* (OLIVEIRA et al., 2008), *Croton limae* (LEITE, 2011), *Croton heliotropiifolius* e *Croton blanchetianus* (ANGÉLICO, 2011).

A atividade microbiológica dos óleos essenciais é atribuída aos monoterpenos, sesquiterpenos e seus derivados oxigenados, a exemplo dos monoterpenos oxigenados linalol, 1-8-cineol, neral e geranial e aos compostos fenólicos, como timol e mentol (SOUZA, FELFILI, 2006; BANDONI, CZEPAK, 2008), que agem como agentes de inibição do crescimento de microorganismos. O E-cariofileno (JULIANNI Jr. et al., 2002) e o α -pineno (MELLIU, STRATIS, CHINOU, 2007) também apresentam atividade microbiológica.

Observando os componentes majoritários da composição química da folha nas granulometrias fina, média e grossa pode-se constatar a presença do componente linalol, 1-8-cineol, E-cariofileno, α -pineno e outros já comprovados como agentes de inibição de crescimento de microorganismos, portanto há a probabilidade desses compostos químicos estarem envolvidos na atividade microbiológica apresentada pelo óleo essencial de *Croton*

matourensis. A diferença no resultado entre as três granulometrias pode ser explicada pelo Dendograma apresentado na Figura 22, em que mostra a similaridade entre os componentes majoritários, a folha média apresenta dois grupos similares, a folha fina também apresenta dois grupos similares enquanto que a folha grossa apresenta apenas um grupo similar, o que pode ter influenciado no resultado da análise microbiológica apresentada, já que de acordo com Burt (2004), as composições dos óleos essenciais apresentam compostos com maior atividade antimicrobiana, porém a mistura de dois ou mais compostos em quantidades adequadas podem apresentar melhor atividade frente à microorganismos mais resistentes.

6 CONCLUSÃO

6.1 CONCLUSÃO GERAL

De forma geral podemos considerar que o método de extração avaliado no estudo do *C. matourensis* AUBL. mostrou-se eficiente para os estudos do rendimento, das caracterizações químicas e da atividade microbiológica e que a granulometria influencia diretamente nas análises aplicadas.

6.2 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS

Os óleos essenciais de *Croton matourensis* AUBL. foram obtidos com rendimentos para a casca na GF 0,11%, GM 0,23, GG 0,12, para a folha GF 0,67%, GM 0,82, GG 0,70 e para o galho GF 0,23%, GM 0,23, GG 0,23. Para a casca e folha os melhores rendimentos foram obtidos na GM, enquanto que para o galho não houve diferença nos rendimentos. Vale ressaltar também que o melhor rendimento foi obtido na folha nas três granulometrias em relação às outras partes estudadas.

Com a análise de CG-EM foram identificados nos óleos voláteis da casca 46 compostos para a granulometria fina (CGF), 39 compostos para a granulometria média (CGM) e 49 compostos para a granulometria grossa (CGG). Para os óleos voláteis da folha foram identificados 53 CGF, 61 CGM e 62 CGG e para os óleos voláteis do galho foram identificados 49 CGF, 36 CGM e 28 CGG. Para a casca e folha as maiores quantidades de compostos identificados foram obtidos na GG enquanto que no galho foi obtido na GF. Comparando as três partes estudadas as maiores quantidades de compostos identificados foram obtidos na folha nas três granulometrias.

Os principais constituintes químicos encontrados foram para a casca (GF): α -pineno (20,97%), linalol (11,84%), 1,8-cineol (8,89%), (GM): linalol (46,53%), α -terpineol (9,56%), terpineno-4-ol (5,02%) e (GG): linalol (36,96%), 1,8-cineol (14,56%), α -pineno (10,3%). Para a folha (GF): linalol (19,87%), E-cariofileno (13,24), óxido de cariofileno (8,17%), (GM): linalol (24,73%), α -pineno (15,52%), p -cimeno (15,15%), (GG): linalol (22,59%), α -pineno (15,93%), p -cimeno (9,92%) e para o galho (GF): NI1 (35,54%), NI2 (10,65%), óxido de cariofileno (4,73%), (GM): NI1 (32,37%), linalol (12,23%), NI2 (9,69%) e (GG): NI1 (40,33%), linalol (21,76%), NI2 (9,46%). Pode-se observar que os constituintes majoritários tiveram percentuais diferentes e alguns constituintes também se diferenciaram como

majoritários nas três partes estudadas e nas suas respectivas granulometrias, sendo que um dos principais constituintes encontrados em todas as partes e granulometrias foi o linalol. Vale ressaltar também que no galho foram encontrados três constituintes majoritários que não foram identificados por CG-EM.

A avaliação da atividade microbiana feita pelo método da Concentração Inibitória Mínima (CIM) demonstrou que a amostra da folha média apresentou melhor resultado, pois inibiu o crescimento das quatro bactérias *P. mirabilis*, *P.aerug*, *S. aureus*, *S. typhi* e do fungo *C. albicans*, enquanto que na amostra da folha fina não houve inibição para a bactéria *S. typhi* e na amostra da folha grossa não houve inibição para as bactérias *P. mirabilis*, *S. aureus*, *S. typhi* e o fungo *C. albicans*.

Por todos esses resultados obtidos nas análises realizadas nessa pesquisa pode-se observar que a análise granulométricas influencia diretamente no rendimento, caracterização química e análise microbiológica das partes estudadas do *C. matourensis* AUBL.

7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Realizar análises microbiológicas na casca e no galho para observar se há mesma atividade microbiana, assim como na folha;

Isolar os compostos majoritários biologicamente ativos.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry**. 4ª. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007.
- AGUIAR, J.S.; COSTA, M.C.C.D. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Verbenaceae): Levantamento de publicações nas áreas química, agrônômica e farmacológica, no período de 1979 a 2004. **Rev. Bras. Plant. Med.** v.8, p.79–84, 2005.
- AGNANIET, H.; AKAGAH, A.; MOUNZEO, H.; MENUT, C.; BESSIERE, J. M. Aromatic plants of tropical central Africa. XLI. Volatile constituents of *Croton oligandrum* Pierre ex Huntch growing in Gabon. **Journal of Essential Oil Research**, v. 17, n. 2, p. 201-203, 2005.
- ALVIANO, W.S.; MENDONÇA, R.R., ALVIANO, D.S.; BIZZO, H.R.; SOUTO-PADRON, T.; RODRIGUES, M.L.; BOLOGNESE. A.M., ALVIANO, C.S.; SOUZA, M.M.G. Antimicrobial activity of *Croton cajucara* Benth linalol-rich essential oil artificial biofilms and planktonic microorganisms. **Oral Microbiology and Immunology**, v. 20, p. 101-105, 2005.
- ANGÉLICO, E.C. **Avaliação das atividades antibacterianas e antioxidante de *Croton heliotropiifolius* Kuntze e *Croton blanchetianus* Baill.** 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14724. Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6023. Informação e documentação – Referências: apresentação. Rio de Janeiro, 2002
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10520. Informação e documentação – Citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7211. Agregado para concreto. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6024. Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6027. Informação e documentação – Sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6028. Informação e documentação – Resumos: apresentação. Rio de Janeiro, 1990.
- AZEVEDO, M.M.B. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais de *Croton cajucara* Benth. e *Croton sakaquinha* Croizat. e obtenção de seus componentes bioativos.** 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2010.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. 446-475, 2008.

BANDONI, A.L.; CZEPACK, M.P. **Os recursos vegetais aromáticos no Brasil. Vitória: Edufes**, p. 624. 2008.

BASER, K.H.C.; DEMIRCI, F. **Chemistry of essential oils. In: BERGER, R. G. Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability.** Hannover: Springer, Cap. 4, p. 43-86, 2007.

BERRY, P.E.; HIPP, A.L.; WURDACK, K.J.; VAN E, B.; RIINA, R. Molecular phylogenetics of the giant genus *Croton* and tribe Crotoneae (Euphorbiaceae sensu stricto) using ITS and TRNL-TRNF DNA sequence data. **American Journal of Botany**, n.18, p.1520-1534, 2005.

BIANCHI, F. Retention indices in the analysis of food aroma volatile compounds in temperature-programmed gas chromatography: Data base creation and evaluation of precision and robustness. **J. Sep. Sci.**, v. 30, p. 563-572, 2007.

BLANCK, A.F.; SOUZA, E.M.D.; ARRIGONI-BLANCK, M.D.F. Novas Cultivares Maria Bonita: cultivar de majerição tipo linalol. **Sciences-New York**, v. 1, p. 1811-1813, 2007.

BLOCK, S.; FLAMINI, G.; BRKIC, D.; MORELLI, I.; QUETIN-LECLERCQ, J. Analysis of the essential oil from leaves of *Croton zambesicus* Muell. Arg. Growing in Benin. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 21, p. 222-224, 2006.

BRANDÃO. M. G. L; Dossê Técnico, Produção de chás e extratos de plantas medicinais. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, p. 17. 2007

BRITO, I.C.A. **Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar e de milho.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2010.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, p.223-253, 2004.

CAI, Y.; EVANS, F.J.; ROBERTS, M.F.; PHILLIPSON, J.D.; ZENK, M.H.; GLEBA, Y.Y. Polyphenolic compounds from *Croton lechleri*. **Phytochemistry**, v.30, p.2033-2040, 1991.

CALEDONIO, N.R. **Estudo do mecanismo de ação antinociceptivo e antiedematogênico do óleo essencial de *Croton argyrophyloides* e seus constituintes: alfa-pineno e trans-cariofileno.** 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

CAMPOS, M.C.O.; SALOMÃO, K.; CASTRO-PINTO, D.B.; LEON, L.L.; BARBOSA, H.S.; MACIEL, M.A.M. *Croton cajucara* crude extract and isolated terpenes: activity on *Trypanosoma cruzi*. **Parasitology Research**, v.107(5), p.1193-1204, 2010.

CARDOZO-FILHO, F.; WOLFF.; MEIRELES, M.A.A. High Pressure Phase Equilibrium: Prediction of Essential Oil Solubility. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 17, p. 485-488, 1997.

CARSON, C.F.; HAMMER, K.A. **Chemistry and bioactivity of essential oils. In: THORMAR, H. Lipids and essential oils as antimicrobial agents.** West Sussex: John Wiley & Sons, Cap. 9, p. 203-238, 2011.

CASTELLO, G. Retention index system: alternatives to the n-alkanes as calibration standards. **J. Chromatogr. A**, v. 842, p. 51-64, 1999.

CASTELO, A.V.M.; DEL MENEZZI, C.H.S.; RESCK, I.S. Rendimento e análises espectroscópicas (RMN ¹H, ¹³C, IV) da composição química dos óleos essenciais de quatro plantas do Cerrado. **CERNE**, v. 16, n. 4, p. 573-584, 2010.

CASTELO, A.V.M.; DEL MENEZZI, C.H.S.; RESCK, I.S. Seasonal variation in the yield and the chemical composition of essential oils from two Brazilian native arbustive species. **J. Applied Sci**, v. 12, n. 8, p. 753-760, 2012.

CASTRO, H.G.D. et al. Teor e Composição do Óleo Essencial de Cinco Acessos de Mentraço. **Quim. Nova**, v. 27, n. 1, p. 55-57, 2004.

CHAAR, J. S. **Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie *Aniba duckei* Kostermans.** São Carlos, 2000, 150p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

CHARLES, D.J; SIMON, J.E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil (*Ocimum spp.*). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.3, p.458-62, 1990.

CHEN, Z.; CAI, Y.; PHILLIPSON, D. Studies on the anti-tumor, anti-bacterial and wound-healing properties of dragon's blood. **Planta Medica**, v.60, p.541-545, 1994.

CINIGLIO, G. *Eucalyptus* para a produção de óleos essenciais, Piracicaba: ESALQ/USP/Departamento de Ciências Florestais, p. 1-15, 1993.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. Approved Standard. 6.ed. Wayne: NCCLS, p.53, 2003. (NCCLS document M7-A6).

COELHO-DE-SOUZA, A.N; BARATA, E.L.; MAGALHAES, P.J.C.; LIMA, C.C. Effects of the Essential Oil of *Croton zehntneri*, and its Constituent Estragole on Intestinal Smooth Muscle. **Phytotherapy Research**, v.11, p.299-304, 1997.

COKER, C. et al. Pathogenesis of *Proteus mirabilis* urinary tract infection. **Microbes and Infection**, v. 2, n. 12, p. 1497-1505, 2000.

COMPAGNONE, R.S.; CHAVES, K.; MATEU, E.; ORSINI G.; ARVELO, F.; SUÁREZ, A. I. Composition and cytotoxic activity of essential oils from *Croton matourensis* and *Croton micans* from Venezuela. A C G publications. **Rec. Nat. Prod.** 4:2 101-108, 2010.

COSTA, J.G.M.; RODRIGUES, F.F.G.; ANGÉLICO, E.C.; PEREIRA, C.K.B.; SOUZA, E.O.; CALDAS, G.F.R.; SILVA, M.R.; SANTOS, N.K.A.; MOTA, M.L.; SANTOS, P.F.; Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de

Croton zehnteri (variedade estragol). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.4, p.583-586, 2008.

COSTA, J.G.M. SOUSA, E.O.; RODRIGUES, FABÍOLA. F.G. LIMA, S.G.; FILHO, R.B. Composição química e avaliação das atividades antibacteriana e de toxicidade dos óleos essenciais de *Lantana camara* L. e *Lantana sp.* **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, p.710-714. 2009.

Croton in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22689>>. Acesso em: 29 Fev. 2016.

CROSSLEY, Kent B. et al. (Ed.). **Staphylococci in human disease**. John Wiley & Sons, 1997.

DE MARINO, S.; GALA, F.; ZOLLO, F.; VITALLINI, S.; GELSOMINA, F.; VISIOLI, F.; IORIZZI, M. Identification of minor secondary metabolites from the latex of *Croton lechleri* (Muell.Arg) and evaluation of their antioxidant activity. **Molecules**, v.13, p.1219-1229, 2008.

DESMARCHELIER, C.; SCHAUS, F.W.; COUSSIO, J.; CICCIA, G. Effects of Sangre de Drago from *Croton lechleri* Muell.Arg. on the production of active oxygen radicals. **Journal of ethnopharmacology**, v.58, p.103-108, 1997.

DEWICK, P.M. **Medicinal Natural Product – A biosynthetic approach. 3rd edition**. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, p. 546, 2009.

DOURADO, R.C.M.; SILVEIRA, E.R. Preliminary investigation on the volatile constituents of *Croton sonderianus* Muell. Arg.: Habitat, plant part and harvest time variation, **Journal of Essential Oil Research**, v. 17:: 36-40. 2005.

EHRNHÖFER-RESSLER, M.M.; FRICKE, K.; PIGNITTER, M.; WALKER, J.M.; WALKER, J.; RYCHLIK, M. Identification of 1,8-cineole, borneol, camphor, and thujone as anti-inflammatory compounds in a *Salvia officinalis* L. infusion using human gingival fibroblasts. **Journal Agric Food Chem**. v. 61, p. 3451-9, 2013.

ELISABETSKY, E.; MARSCHNER, J.; SOUZA, D.O. Effects of linalool on glutamatergic system in the rat cerebral cortex. **Neurochemical Research**, v. 20, p. 461-465, 1995.

ELOFF, J.N. A sensitive and quick microplate method to determine the minimal inhibitory concentration of plant extracts for bacteria. **Planta Médica**, v.64, p.711–713, 1998.

EUROPEAN PHARMACOPOEIA, 4 ed., Council of Europe: Strasbourg Cedex, p.2028, 2002.

FARIAS, R.A.F.; RAO, V.S.N.; VIANA, G.S.B.; MACIEL, M.A.M.; PINTO, A.C. Hypoglycemic effect of *trans*-dehydrocrotonin, a nor-clerodane dipertene from *Croton cajucara*. **Planta Medica**, v.63, p.558-560, 1997.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA 5º Ed. Brasília. 2010.

FATTORUSSO, E.; TAGLIALATELA-SCAFATI, O.; CAMPAGNUOLO, C.; SANTELIA, F.U.; APPENDINO, G.; SPAGLIARDI, P. Diterpenoids from Cascarilla (*Croton eluteria* Bennet). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50(18), p.5131-5138, 2002.

FEIL, E. J. et al. How clonal is *Staphylococcus aureus*. **Journal of bacteriology**, v. 185, n. 11, p. 3307-3316, 2003.

FELIU, D.A.DE. **Análise de terpenóides de espécies de *Croton* sect. *LamproCroton* (Mull. Arg) Pax (Euphorbiaceae)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área Botânica) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2011.

FIGUEIREDO, A.C. et al. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour Frag. J.**, v. 23, p. 213-226, 2008.

FORSYTHE, S.J. *Microbiologia da segurança alimentar*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRODIN, D.G. History and concepts of big plant genera. **Taxon**, 53(3), p.753-776, 2004.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GORDON, R. J.; LOWY, F.D. Pathogenesis of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection. **Clinical infectious diseases**, v. 46, n. Supplement_5, p. S350-S359, 2008.

GRASSI-KASSISSE, D.M.; WOLF-NUNES, V.; MIOTTO, A.M.; FARIAS-SILVA, E.; BRITO, A.R.M.S.; NUNES, D.S.; SPADARI-BRATFISCH, R.C. Sensitivity to β -adrenoceptor agonists of adipocytes from rats treated with an aqueous extract of *Croton cajucara* Benfh. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.55, p.253-257, 2003.

GROSSMAN, L. **Óleos Essenciais na culinária, cosmética e saúde**, Editora Optionline, São Paulo, 301 p. 2005.

GUIMARÃES, L.A.C. **O gênero *Croton* L. seção *Cyclostigma* Griseb. e seção *Luntia* (Raf.) G.L. Webster (Euphorbiaceae) ocorrentes na Amazônia Brasileira**. Dissertação, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

GUIMARAES, L.A.; SECCO, R.S. As espécies de *Croton* L. sect. *Cyclostigma* Griseb. e *Croton* L. sect. *Luntia* (Raf.) G. L. Webster subsect. *Matourenses* G. L. Webster (Euphorbiaceae s.s.) ocorrentes na Amazônia brasileira. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 471-487, Sept. 2010.

GURGEL, L.A.; SIDRIM, J.J.C.; MARTINS, D.T.; CECHINEL-FILHO, V.; RAO, V.S. In vitro antifungal activity of dragon's blood from *Croton urucurana* against dermatophytes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 97, p. 409-412, 2005.

GUPTA, D.; BLEAKLEY, B.; GUPTA, R.K. Dragons blood: botany, chemistry and therapeutic uses. **Journal of ethnopharmacology**, v.115, p.361-380, 2008.

HALL-STOODLEY; STOODLEY, P. Evolving concepts in biofilm infections. **Cellular Microbiology**. Vol. 11(7), p. 1034-1043, 2009

HAMMER, K.A.; CARSON, C.F. **Antibacterial and antifungal activities of essential oils**. In: THORMAR, H. Lipids and essential oils as antimicrobial agents. West Sussex: John Wiley & Sons, 2011. Cap. 11, p. 255-306.

HOLETZ, F.B. et al. Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 7, p. 1027-1031, 2002.

HÜBSCHMANN, H.J. **Handbook of GC/MS: Fundamentals and Applications**. 2^a. ed. Bremen: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009.

HUI, Y.H., JOHN W. & SONS PUBLICATION, USA. **Handbook of food products manufacturing**, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9235: Aromatic natural raw materials – Vocabulary. Genebra, p. 8, 1997.

ISMAN, M.B.; MIRESMALLI, S.; MACHIAL, C. Comercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. **Phytochem. Rev.**, v. 10, p. 197-204, 2011.

JAY, J.M. Microbiologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JONES, K. Review of sangre de drago (*Croton lechleri*) – a South American tree sap in the treatment of diarrhea, inflammation, insect bites, viral infections, and wounds: traditional uses to clinical research. **Journal of alternative and complementary medicine**, v. 9, p.877-896, 2003.

JULIANI, H.R. Jr; BIURRUN, F; KOROCH, A.R; OLIVA, M.M; DEMO, M.S; TRIPPI, V.S; ZYGADLO, J.A. Chemical constituents and antimicrobial activity of the essential oil of *Lantana xênica*. **Planta medica**, v. 68: 762-764. 2002.

KALEMBA, D; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **Current Medicinal Chemistry**, v.10, p.813–829, 2003.

KEITH, C.T.; BORISY, A.A.; STOCKWELL, B.R. Multicomponent therapeutics for networked systems. **Nature Reviews Drug Discovery**, n.5, p.71-78, 2005.

KIM, J.M.; MARSHALL, M.R.; CORNELL, J.A.; PRESTON III, J.F.; WEI, C.I. Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against salmonella typhimurium in culture medium and on fish cubes. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 6, p. 1364-1368, 1995.
LANG, G.; BUCHBAUER, G.A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. **Flavour Frag. J.**, v. 27, p. 13-39, 2012.

LEITE, M.P.; FASSIN, Jr.J.; BAZILONI, E.M.F.; ALMEIDA, R.N. MATTEI, R.; LEITE, J.R. Behavioral effects of essential oil of *Citrus aurantium* L. inhalation in rats. **Rev. Bras. Farmacogn**, n.18, p.661-666, 2008.

LEITE, R.T. **Análise biológica e química de A. P. S. Gomes, M. F. SALES & P. E. BERRY (EUPHORBIACEAE)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular) – Universidade Regional do Cariri-URCA, Crato-CE, 2011.

LEMOS, T.L.G.; MONTE, F.J.Q.; GUIMARÃES, A.M. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Croton nepetaefolius*. **In: Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil**, Resumo, p.103, 1992.

LIMA, M. R. F. et al. Anti-bacterial activity of some Brazilian medicinal plants. **Journal of ethnopharmacology**, v. 105, n. 1, p. 137-147, 2006.

LIMA, L.R. **Estudos taxonômicos em Croton seção Lamprocroton (Mull. Arg.) Pax. (Euphorbiaceae)**. (Tese de doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP, 2006.

LIMA, L.R; PIRANI, J.R. Revisão taxonômica de Croton sect. Lamprocroton (Mull. Arg) Pax (Euphorbiaceae s. s). **Biota Neotropical**, 8(2), 2008.

LINCK, V.M.; DA SILVA, A.L; FIGUEIRÓ, M.; PIATO, A.L; HERMANN, A.P; DUPONT BIRCK, F. Inhaled linalool-induced sedation in mice. **Phytomedicine international journal of phytotherapy and phytopharmacology**, v. 16, p. 303-307, 2009

LOPES, D.; BIZZO, H.R.; SÁ SOBRINHO, A.F., PEREIRA, M.V.G. Linalool-rich essential oil leaves of *Croton cajucara* Benth. **Journal of Essential Oil Research**, v.12, p. 705-708, 2000.

LOPES, M.M. **Composição Química, atividade antibacteriana e alelopática dos óleos essenciais de Eugenia uniflora L. e Myrciaria glazioviana (Kiaersk) G. M. Barroso e Sobral (myrtaceae)**. 48p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Setor de Agroquímica, Universidade Federal de Viçosa Minas Gerais, Viçosa, MG, 2008.

LUCENA, M.F.A. **Estudos taxonômicos do gênero Croton L. (Crotonoideae-Euphorbiaceae) nas zonas do litoral e da mata do estado do Pernambuco – Brasil**. Dissertação. Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2001.

MACHADO, M.M. **Perfil fotoquímico e avaliação dos principais efeitos biológicos e imunológicos in vitro da Euphorbia tirucalli L.** 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, 2007.

MACIEL, M.A.M.; CORTEZ, J.K.P.C.; GOMES, F.E.S. O gênero Croton e aspectos relevantes de diterpenos clerodanos. **Revista Fitos**, v. 2, n.3, p.54-73, 2006.

MARTINS, A.P.; SALGUEIRO, L.R.; GONÇALVES, M.J.; VILA, R.; TOMI, F.; ADZET, T.; DA CUNHA, A.P.; CANIGUERAL, S.; CASANOVA, J. Antimicrobial activity and Chemical composition of the bark oil of *Croton stellulifer*, na endemic species from S. Tome e Principe. **Planta Medica**, v. 66, n.7, p. 647-650, 2000.

MAY, A. Teor de óleo essencial de pitanga em função de tratamentos pós-colheita. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p186-190, 2007.

MECCIA, G.L.B.; ROJAS, C.; ROSQUETE & A. SAN FELECIANO. Essential oil of *Croton ovalifolius* Vahl from Venezuela. **Journal Flavour Fragrance**. v. 15, p. 144-146, 2000.

MEDEIROS, F.; CREPALDI, N.; TOGNOLI, L. Dermatofitos- Revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, ano VII, n.12, 2009.

MEJRI, J.; ABDERRABBA, M.; MEJRI, M. Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* L: Influence of drying, hydro-distillation duration and plant parts. **Industrial Crops and Products**, v.32, n.1, p.671-673, 2010.

MELLIU, E.; STRATIS, E.; CHINO, I. Volatile constituents of própolis from various regions of Greece – Antimicrobial activity. **Food Chemistry**, v. 103, p. 375-380, 2007.

MORAIS, S.M.; JÚNIOR, F.E.A.C.; SILVA, A.R.A., NETO, J.S.M.; RONDINA, D.; CARDOSO, J.H.L. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 5, Sept./Oct. 2006.

MOSMANN, T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. **Journal of immunological methods**, v. 65, n. 1-2, p. 55-63, 1983.

MOUCHREK FILHO, V.E. **Estudos Analíticos e modificações químicas por metilação e acetilação do eugenol contido no óleo essencial extraído das folhas da espécie *Pimenta dioica* Lindl.** São Carlos. 2000, 124p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química de São Carlos, USP, 2000.

NARDI, G.M.; FELIPPI, R.; DALBO, S.; SIQUEIRA-JUNIOR, J.M.; ARRUDA, D.C.; MONACHE, F.D.; TIMBOLA, A.K.; PIZZOLATTI, M.G.; CKLESS, K.; RIBEIRO-DO-VALLE, R.M. Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Croton celtidifolius* bark. **Phytomedicine**, v.10, p.176-184, 2003.

NASCIMENTO, I.B; INNECCO, R; MATOS, S.H; BORGES, N.S.S; MARCO, C.A. Influência do horário de corte na produção de óleo essencial de capim santo (*Andropogum sp.*). **Revista Caatinga**, v. 19, p. 123-127, 2006.

NOVAIS, T.S; COSTA, J.F.O.; DAVID, J.L.P; DAVID, J.M.; QUEIROZ, L.P.; FRANÇA, F.; GIULIETTI, A.M.; SOARES, M.B.P.; SANTOS, R.R. Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.14:: 05- 08. 2003.

OKE, F.; ASLIM, B.; OZTURK, S.; ALTUNDAG, S. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. **Food Chemistry**, vol. 112, p. 874-879, 2009.

OLIVEIRA, I.S, LIMA; J.C.S.; SILVA, R.M.; MARTINS, D.T.O. Triagem da atividade antibacteriana *in vitro* do látex e extratos de *Croton urucurana* Baillon. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, p. 18(4): Out./Dez. 2008.

O'HARA, C.M.; BRENNER, F.W.; MILLER, J.M. Classification, identification, and clinical significance of *Proteus*, *Providencia*, and *Morganella*. **Clinical microbiology reviews**, v. 13, n. 4, p. 534-546, 2000.

OUMZIL, H.; GHOULAMI, S.; RHAJAOU, M.; ILIDRISSI, A.; TETOUMI, S.; FAID, M.; BENJOUAD, A. Antibacterial and antifungal activity of essential oils of *Mentha suaveolens*. **Phytother Research**, v. 16:: 727-731. 2000.

PALMEIRA JUNIOR, S.F.; CONSERVA, L.M.; SILVEIRA, E.R. Two clerodane diterpenes and flavonoids from *Croton brasiliensis*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, p.1420-1424, 2005.

PALMEIRA, S.F.; MOURA, F.S.; ALVES, V.L.; DE OLIVEIRA, F.M.; BENTO, E.S.; CONSERVA, L.M.; ANDRADE, E.H.A. Neutral components from hexane extracts of *Croton sellowii*. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, p. 69, 2004.

PASSOS, C.S.; ARBO, M.D.; RATES, S.M.K.; POSER, G.L. Terpenóides com atividade sobre o sistema nervoso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.19, p.140-149, 2009.

PAULI, A.; SCHILCHER, H. **In vitro antimicrobial activities of essential oils monographed in the European Pharmacopoeia 6th Edition**. In: BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. Handbook of essential oils: science, technology and applications. Boca Raton: CRC Press. Cap. 12, p. 353-548, 2010.

PAVIANI, E.R.; STADNIK, C.B.; HEINEK, I. Estudo da epidemiologia e perfil de sensibilidade da *Pseudomonas aeruginosa*. **Infarma**, v. 15, n. 11-2, p. 11-2, 2004.

PAYO, H.A.; DOMINICIS, M.E.; MAYOR, J.; OQUENDO, M.; SARDUY, R. Tamizaje fitoquímico preliminar de espécies del género *Croton* L. **Revista Cubana de Farmácia**. 35: 203-206. 2001.

PELLISSARI, G.P.; PIETRO, R.C.L.R.; MOREIRA, R.R.D. Atividade antibacteriana do óleo essencial de *Melampodium divaricatum* (Rich.) DC., Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20:: 70-74. 2010.

PERES, M.T.P.; MONACHE, F.D.; CRUZ, A.B.; PIZZOLATTI, M.G.; YUNES, R.A. Chemical composition and antimicrobial activity *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). **Journal of ethnopharmacology**, v.56, p.223-226, 1997.

RANAU, K.P.; FLORÊNCIO, D.C.; FERREIRA C.P.; XAVIER H.S. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax & Hoffm. (Euphorbiaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.** 4(2): 89-96. 2004.

RISCO, E.; GHIA, F.; VILA, R.; IGLESIAS, J.; ALVAREZ, E.; CANIGUERAL, S. Immunomodulatory activity and chemical characterization of sangre de drago (Dragon's blood) from *Croton lechleri*. **Planta Medica**, v.69, p.785-794, 2003.

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

ROCHA, F.F.; NEVES, E.M.N.; COSTA, E.A.; MULLER, A.H.; GUILHON, G.M.S.P.; CORTES, W.S.; VANDERLINDE, F.A. Evaluation of antinociceptive and anti-inflammatory effect of *Croton pullei* var. *glabrior* Lanj. (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18(3), p.344-349, 2008.

ROCHA, D.P.; PINTO, G.F.; RUGGIERO, R.; OLIVEIRA, C.A.; GUERRA, W.; FONTES, A.P.S.; TAVARES, T.T.; MARZANO, I.M.; PEREIRA-MAIA, E.C. Coordenação de metais a antibióticos como uma estratégia de combate à resistência bacteriana. **Química Nova**, v. 34, n. 1, p. 111-118, 2011.

ROSA, M.D.S.; MENDONÇA, R.R.; BIZZO, H.R.; RODRIGUES, I.D.; SOARES, M.A.; SOUTO PADRON, T.; ALVIANO, C.S.; LOPES, A.H.C.S. Antileishmanial activity of a linalool-rich essential oil from *Croton cajucara*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 47, n. 6, p.1895, 2003.

ROSSI, D.; BRUNI, R.; BIANCHI, N.; CHIARABELLI, C.; GAMBARI, R.; MEDICI, A.; LISTA, A.; PAGANETTO, G. Evaluation of the mutagenic, antimutagenic and antiproliferative potential of *Croton lechleri* (Muell.Arg.) latex. **Phytomedicine**, v.10, n.2, p.139-144, 2003.

SAAD, N.Y.; MULLER, C.D.; LOBSTEIN, A. Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. **Flavour Frag. J.**, v. 28, p. 269-279, 2013.

SALATINO, A.; SALATINO, M.L.F.; NEGRI, G. Traditional uses, chemistry and pharmacology of *Croton* species (Euphorbiaceae), **Journal of the Brazilian Chemical Society**, vol. 18, n. 1, p. 11-33, 2007.

SANDRA, P.; BICCHI, C. Capillary Gas Chromatography in Essential oil Analysis, Huenting Verlag, Heidelberg, 1987.

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

SANTIN, F.L. **Caracterização física anatômica da madeira de maravúvia (*Croton matourensis* AUBL.) ocorrente em floresta secundária no município de Bragança, Estado do Pará com vista a definição de usos**. 2000. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Faculdade de Ciências da Administração de Pernambuco, Belém-PA, 2000.

SAVIETTO, J.P. **Análise fitoquímica e atividade antiproliferativa de espécies nativas de *Croton* L. (Euphorbiaceae)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área Botânica) Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2011.

SCHAECHTER, M. et al. Microbiologia: mecanismos das doenças infecciosas. 2002.

SEIGLER, D.S. **Plant secondary metabolism**. (M. J. Crawley, Ed) Methods in molecular biology clifton nj (Vol. 643, p. 759). John Wiley & Sons, Ltd, 1998.

SHELLIE, R. Characterization of lavender essential oils by using gas chromatography-mass spectrometry with correlation of linear retention indices and comparison with 93

comprehensive two-dimensional gas chromatography. **J. Chromatogr. A**, v. 970, p. 225-234, 2002.

SILVA, N.A.; OLIVEIRA, F.F.; COSTA, L.C.B.; BIZZO, H.R.; OLIVEIRA, R.A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill. N.E.BR.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 8, p. 52-55. 2006.

SILVA, J.S. **O gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) em Pernambuco, com ênfase nas espécies da microrregião do Vale do Ipanema**. Dissertação. (Mestrado em Botânica) Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE. Recife, 2009.

SILVA, S.L.C.; CARVALHO, M.G.; GUALBERTO, S.A.; CARNEIRO-TORRES, D.S.; VASCONCELOS, K.C.F.; OLIVEIRA, N.F. Bioatividade do extrato etanólico do caule de *Croton linearifolius* Mull.Arg. (Euphorbiaceae) sobre *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.252-258, 2010.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R.(Orgs). **Farmacognosia – Da Planta ao Medicamento**. 5ª ED. VER. AMPL. primeira reimpressão- Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/ UFSC, 2004.

SONG, W.; WOO, H.J.; KIM, J.S.; LEE, K.M. In vitro activity of blactams in combination with other antimicrobial agents against resistant strains of *Pseudomonas aeruginosa*. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.21, p.8-12, 2003.

SOUZA, C.D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO. Brasil. **Acta bot. bras.** Vol. 20, p. 135-142. 2006.

SOUZA, M.A.A.; SOUZA, S.R.; VEIGA Jr, V.F.; CORTEZ, J.K.P.C.; LEAL, R.D.S.; DANTAS, T.N.C. Artigo Composição química do óleo fixo de *Croton cajucara* e determinação das suas propriedades fungicidas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16(supl.), p.599-610, 2006.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**, baseado em APG II. 2. Ed. Nova Odessa. SP: Instituto Plantarum, 2008.

SPARKMAN, O.D.; PENTON, Z. E.; KITSON, F.G. Gas chromatography and mass spectrometry: a practical guide. Amsterdam: Elsevier, 2011.

STEINMANN, V.W.. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae em Mexico. **Ata Botanica Mexicana. Pátzcuaro**. 61:61-93. 2002.

STAHL, M.L.; WILLIAMS, F.D. Immunofluorescent evidence of *Proteus mirabilis* swarm cell formation on sterilized rat feces. **Applied and environmental microbiology**, v. 41, n. 3, p. 801-806, 1981.

STEFFANI, E. **Modelagem matemática do processo de extração supercrítica de óleo essencial de Ho-Sho (*Cinnamomum camphora* Nees & Eberm var. *linaloolifera* Fugita) Utilizando CO₂**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, december 2003.

STEIN, S.E. Chemical substructure identification by mass spectral library searching. **J. Am. Mass Spectrom**, v. 6, p. 644-655, 1995.

SYLVESTRE, M.; PICHETTE, A. LONGTIN, A.; NAGAU, F.; LEGAULT, J. Essential oil analysis and anticâncer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103(1), p.99-102, 2006.

SWADDIWUDHIPONG, W.; TANGKITCHOT, T.; SILARUG, N. An outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* postoperative endophthalmitis caused by contaminated intraocular irrigating solution. **Transr Soc Trop Med Hyg**, v.89, n.3, p.288-89, 1995.

TAVEIRA, C.C. **Ação antimicrobiana de extrato de plantas do Cerrado e isolamento de substâncias ativa de *Kielmeyera coriácea***. 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas no Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

TIEPPO, M.; PORAWSKI, M.; SALVADOR, M.; MOREIRA, A.J.; COLLADO, P.S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; MARRONI, N.P. *Croton cajucara* Benth. Leaf extract scavenges the stable free radical DPPH and protects against oxidative stress induced by paraquat. **Biological & pharmaceutical bulletin**, v.29(1), p.161-5, 2006.

TININIS, A.G.; ASSONUMA, M.M.; TELASCREA, M.; PEREZ, C.C.; SILA, M.; FAVORETO, R.; CAVALHEIRO, A.J. Composição e variabilidade química de óleo essencial de *Casearia sylvestris* SW. **Planta Medica**, v. 8(4), p.132-136, 2006.

TSAI, J.C., TSAI, S., CHANG, W. C. Effect of ethanol extracts of three Chinese medicinal plants with laxative properties on ion transport of the rat intestinal epithelia. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v. 27:: 162–165. 2004.

VARALDO, P.E. Antimicrobial resistance and susceptibility testing: na evergreen topic. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.50, p.1-4, 2002.

VERPOORTE, R.; ALFERMANN, A.W. **Metabolic engineering of plant secondary metabolismo**. Kluwer Academic Publissers, 2000.

VICKERY, M.L; VICKERY, B. **Secondary Plant Metabolism**. The MacMilliam Press, London, p.335, 1981.

WATANABE, C.H; NOSSE, T.M; GARCIA, C.A; PINHEIRO, P.N. Extração do óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.) por destilação por arrate a vapor e extração com etanol. **Revista Brasileira de Plantas Medicianais**, v.8, p.76-86, 2006.

WEBSTER, G.L.A. Provisional synopsis of the section of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). **Taxon**, v.42, p.793-823, 1994.

WHITE, D.G. et al. Antimicrobial resistance: standardisation and harmonisation of laboratory methodologies for the detection and quantification of antimicrobial resistance. **Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.**, v. 20, n. 3, p. 849-858, 2001.

ZHAO, C.X. Temperature-programmed retention indices for gas chromatography-mass spectroscopy analysis of plant essential oils. **J. Chromatogr. A**, v. 1096, p. 76-85, 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Cromatogramas dos óleos da Casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa de *Croton matourensis* AUBL. com a sinalização dos compostos identificados

Figura 23 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos

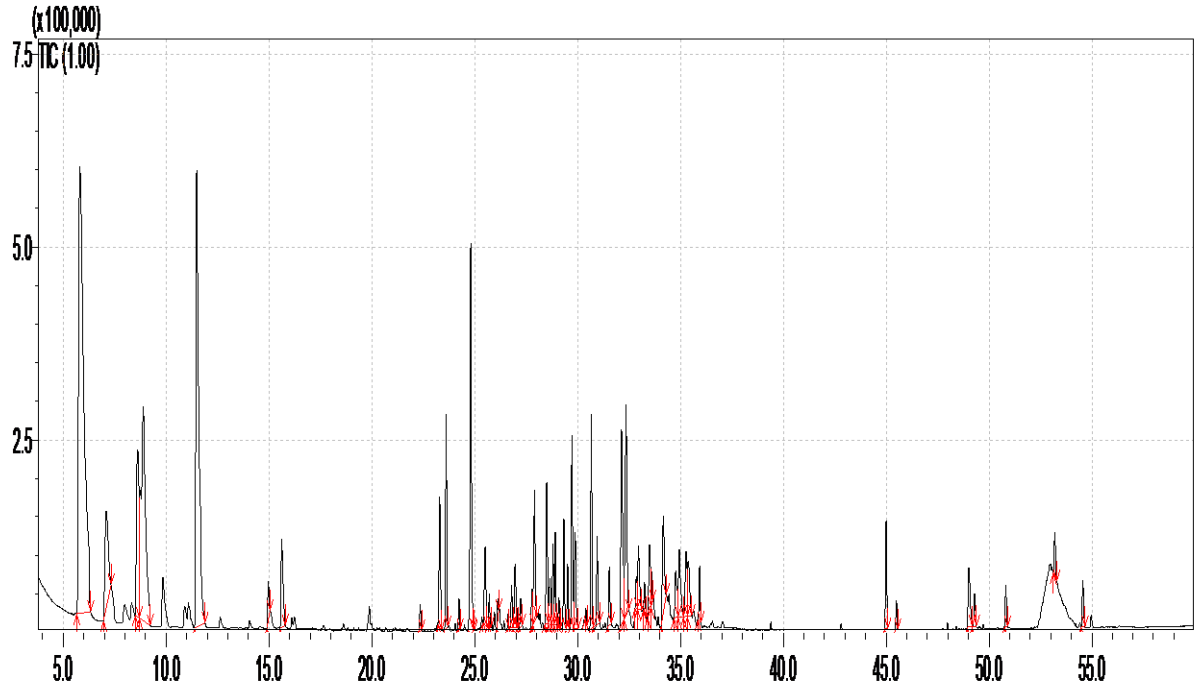


Figura 24 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos

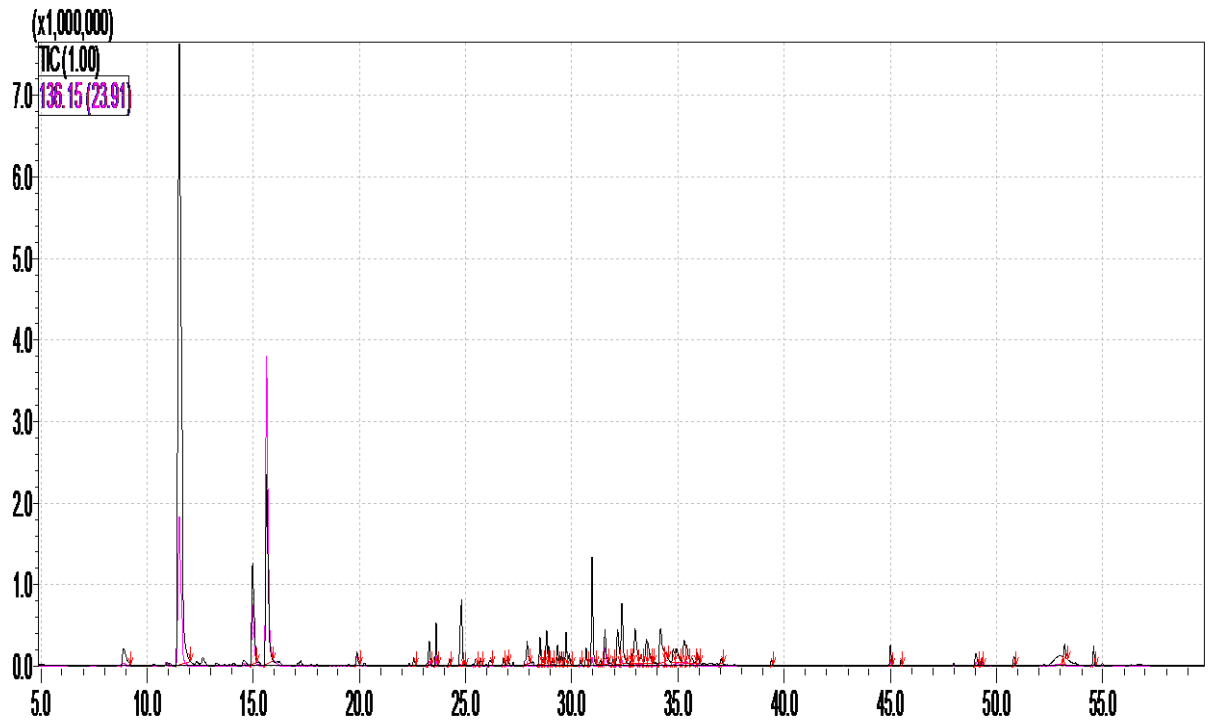


Figura 25 - Cromatografia do óleo da Casca na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos

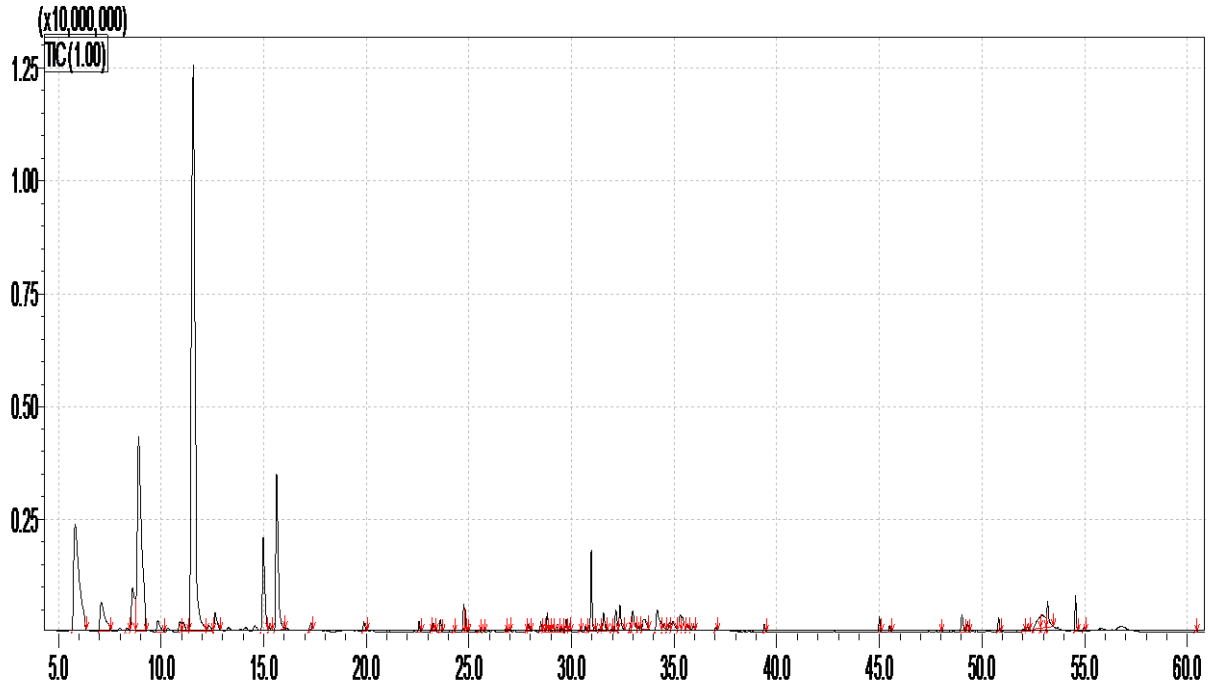


Figura 26 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos

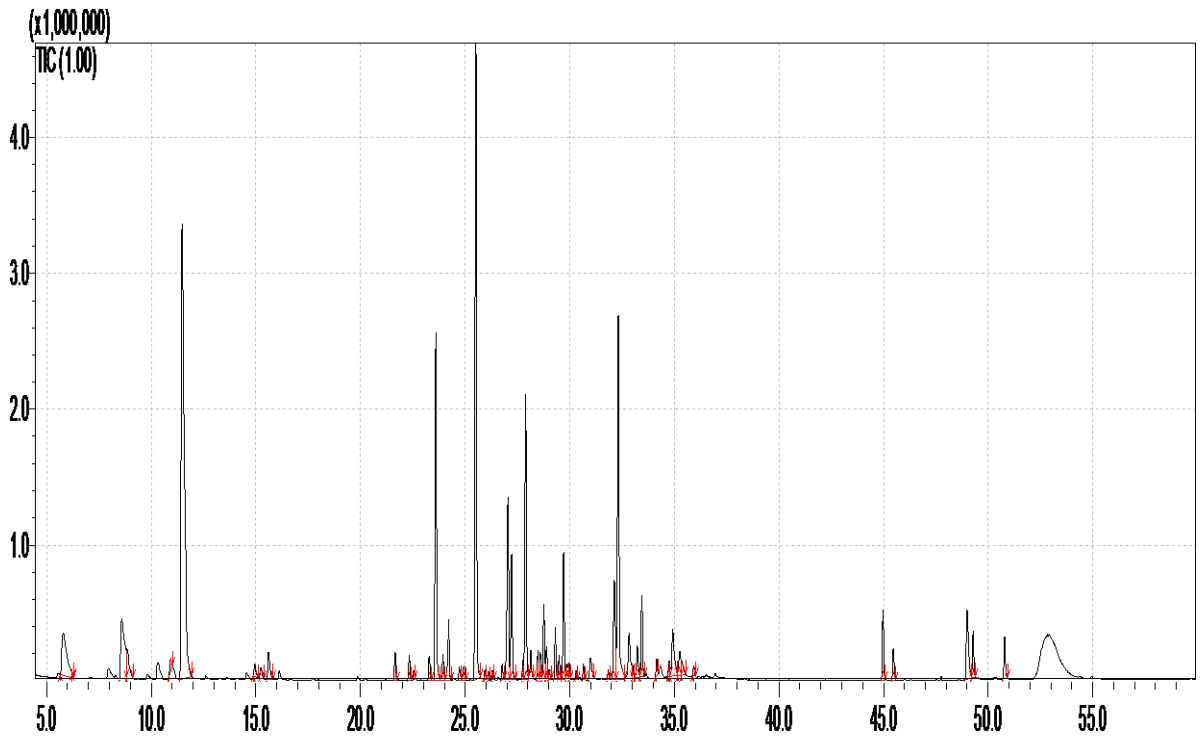


Figura 27 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos

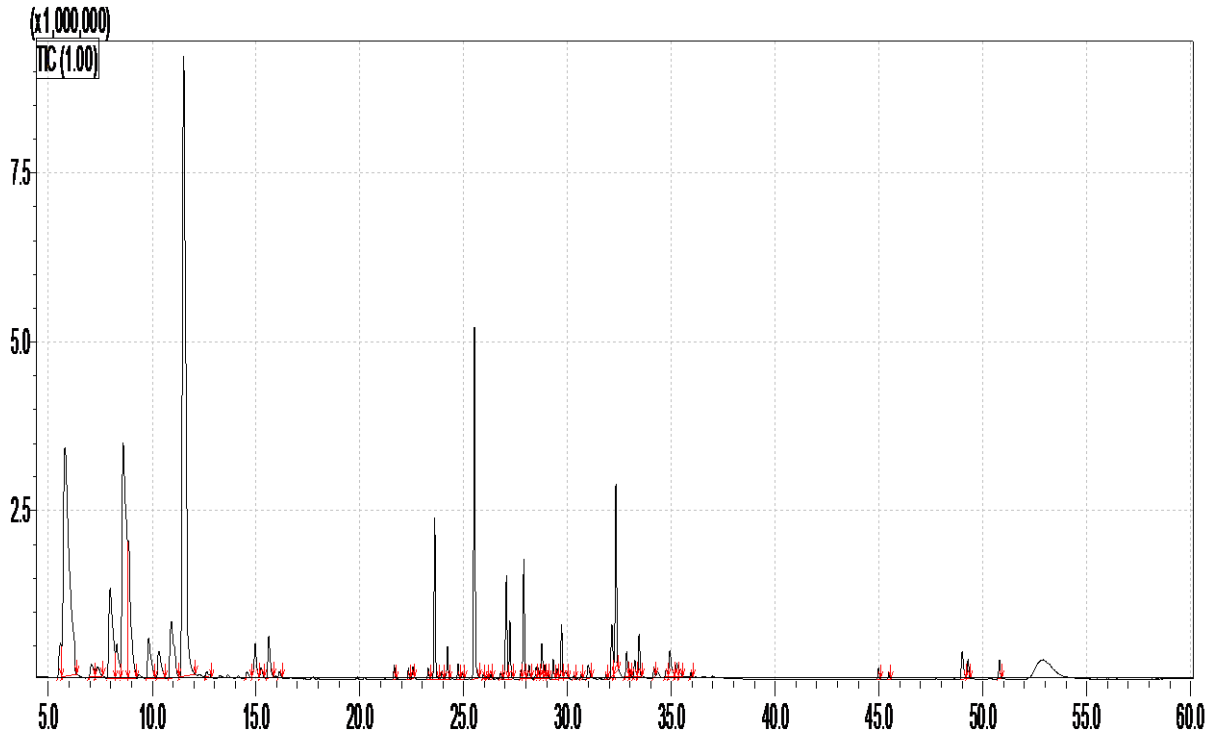


Figura 28 - Cromatografia do óleo da Folha na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos

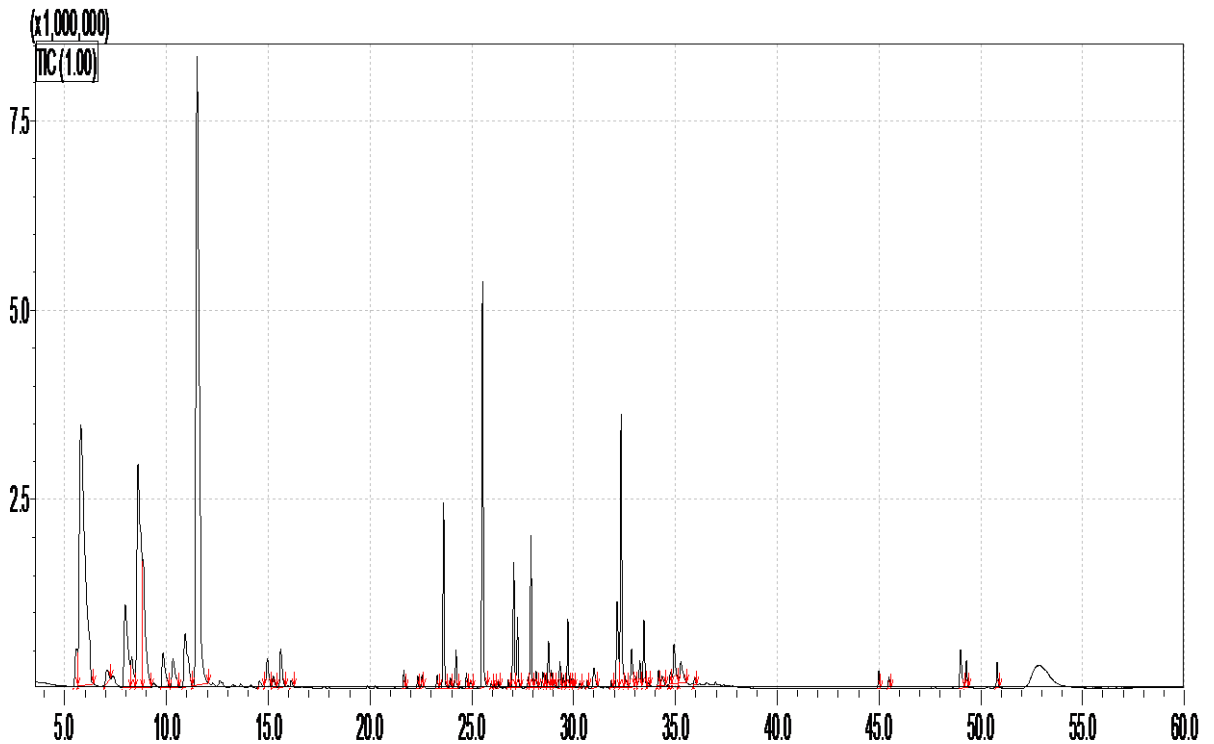


Figura 29 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Fina” com a identificação dos compostos obtidos

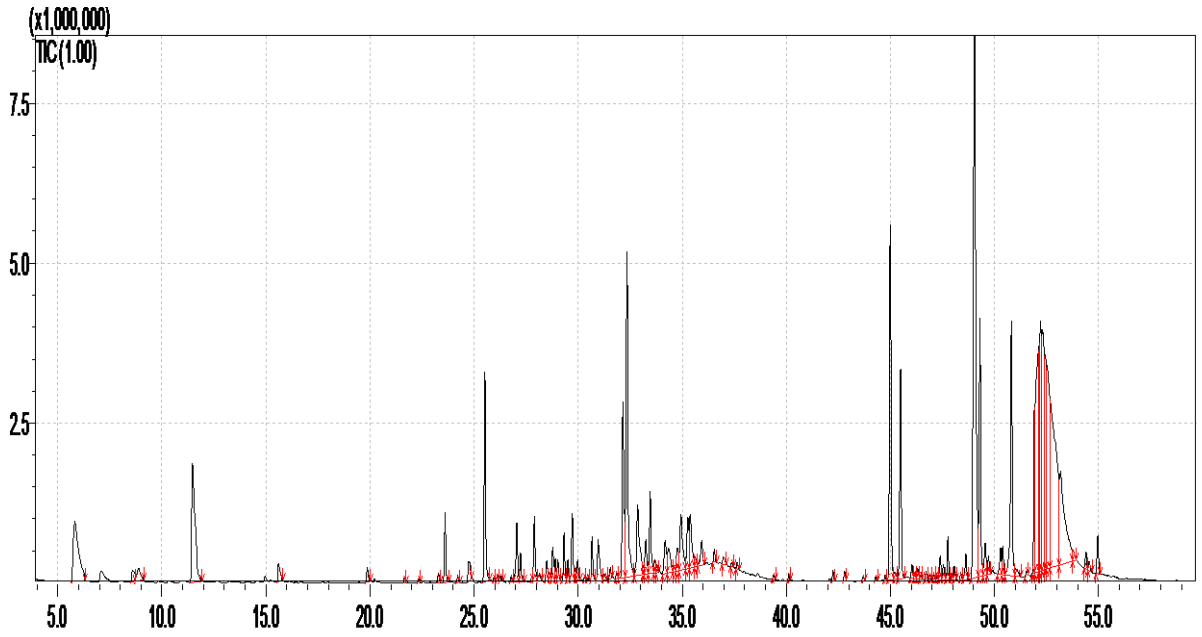


Figura 30 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Média” com a identificação dos compostos obtidos

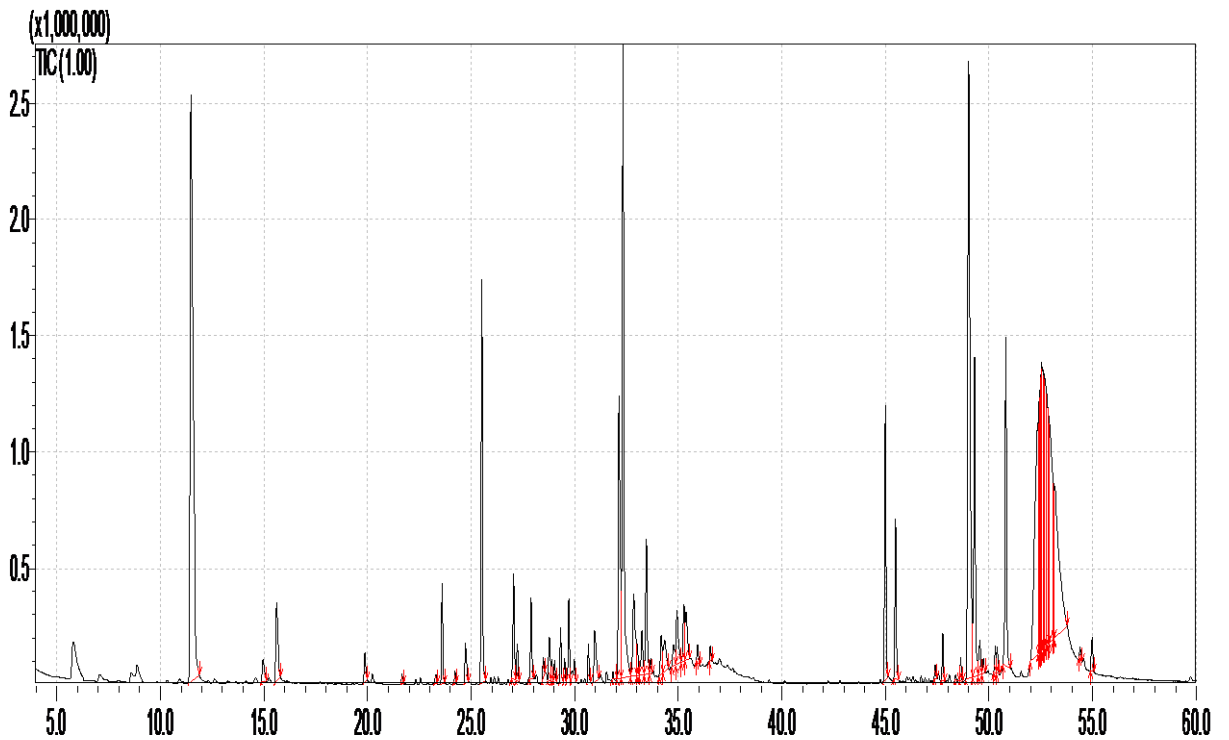
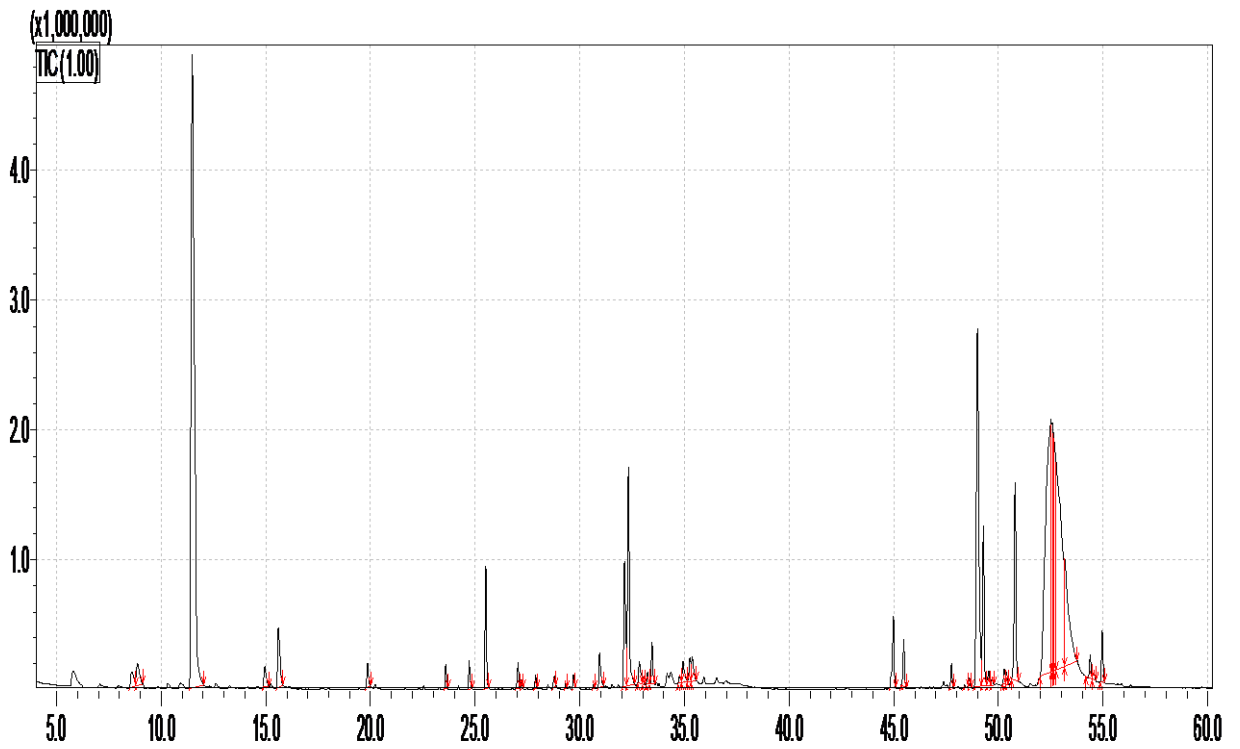


Figura 31 - Cromatografia do óleo do Galho na granulometria “Grossa” com a identificação dos compostos obtidos



APENDICE B - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa.

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa.

Composto	IR	Casca Fina	Casca Média	Casca Grossa	Folha Fina	Folha Média	Folha Grossa	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
α -tujeno	924	-	-	-	-	1,02	1,05	-	-	-
α -pineno	932	20,97	-	10,3	2,99	15,52	15,93	2,57	-	-
β -pineno	977	2,8	-	2,46	-	0,53	0,43	-	-	-
mirreno	987	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-
α -felandreno	1007	-	-	-	-	4,17	3,42	-	-	-
α -terpineno	1016	-	-	0,13	-	1,16	0,91	-	-	-
ρ -cimeno	1024	3,59	-	2,54	3,11	15,15	9,92	0,23	-	0,56
1,8-cineol	1031	8,89	1,39	14,56	1,01	1,0	3,87	0,41	-	0,68
γ - terpineno	1056	-	-	0,65	-	1,56	1,24	-	-	-
<i>cis</i> -óxido de linalol	1069	-	-	-	-	-	1,04	-	-	-
terpinoleno	1085	-	-	0,45	0,32	2,7	2,32	-	-	-
NI	1090	-	-	0,48	-	-	-	-	-	-
linalol	1100	11,84	46,53	36,96	19,87	24,73	22,59	3,15	12,23	21,76
NI	1119	-	-	0,38	-	-	-	-	-	-
α -camfolenal	1126	-	-	0,83	-	0,17	-	-	-	-
ρ -menta-1,5-dieno-8-ol	1171	-	-	-	-	0,13	0,12	-	-	-
terpineno-4-ol	1180	0,46	5,02	3,79	0,31	0,92	0,69	-	0,32	0,48
ρ -cimeno-8-ol	1187	-	-	0,13	0,3	0,25	0,23	-	-	-

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa.

Composto	IR	Casca Fina	Casca Média	Casca Grossa	Folha Fina	Folha Média	Folha Grossa	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
α-terpineol	1195	1,5	9,56	6,41	0,82	1,05	0,89	0,33	1,13	1,4
verbenono	1207	-	-	-	-	0,14	0,12	-	-	-
NI	1233	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-
NI	1290	-	0,45	0,27	-	-	-	0,18	0,3	0,4
γ-elemeno	1330	-	-	-	0,51	0,21	0,25	0,05	0,06	-
α-cubebeno	1345	0,24	-	-	0,43	0,16	0,17	0,04	-	-
eugenol	1350	-	0,26	0,27	0,16	0,18	0,17	-	-	-
NI	1364	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-
α-ilangeno	1366	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
ciclosativeno	1367	-	0,77	0,24	0,48	0,18	0,2	0,11	0,07	-
α-copaeno	1374	2,33	1,21	0,29	6,84	2,57	2,75	0,78	0,88	0,32
β-bourboneno	1381	-	-	-	0,51	0,15	0,16	-	-	-
β-elemeno	1387	0,27	0,18	0,03	1,29	0,56	0,6	0,06	0,08	-
metil-eugenol	1399	-	-	0,6	0,3	0,22	0,22	0,36	0,45	0,4
cipereno	1400	4,92	2,99	0,49	-	-	-	-	-	-
α-gurjuneno	1404	0,13	0,09	0,03	0,4	0,14	0,15	-	-	-
<i>E</i>-cariofileno	1417	1,08	0,29	0,07	13,24	6,08	6,45	2,53	3,88	1,74

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca Fina	Casca Média	Casca Grossa	Folha Fina	Folha Média	Folha Grossa	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
β-cedreno	1422	0,28	0,18	0,04	-	-	-	-	-	-
β-copaeno	1427	-	-	-	-	-	0,06	0,04	-	-
<i>trans</i>-α-bergamoteno	1431	0,17	-	-	0,14	0,03	0,04	0,08	-	-
NI	1433	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
aromadendreno	1436	-	-	-	0,16	0,07	0,09	0,05	-	-
NI	1443	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i>-muurolo-3,5- dieno	1447	0,49	0,2	0,06	0,28	0,11	0,12	0,06	-	-
NI	1451	0,95	0,24	0,06	-	-	-	-	-	-
α-humuleno	1453	0,12	-	-	4,19	1,93	2,13	0,79	1,01	0,4
allo-aromadendreno	1457	0,3	-	-	2,46	0,94	1,05	0,36	0,33	0,1
cadina-1(6),4-dieno	1470	0,45	-	0,04	0,32	0,13	0,14	0,06	-	-
γ-muuroloeno	1473	1,7	0,94	0,2	5,47	1,89	2,21	0,77	0,69	0,17
germacreno D	1478	-	-	-	0,63	0,26	0,3	0,14	-	-
β-selineno	1487	1,75	0,81	0,21	0,55	0,2	0,25	0,26	0,17	-
γ-amorfenos	1489	-	-	-	0,56	0,2	0,23	-	-	-
<i>cis</i>-β-guaiano	1490	0,63	0,15	0,04	-	-	-	0,11	-	-
α-selineno	1493	0,9	1,08	0,47	1,6	0,63	0,76	0,45	0,48	0,17
α-muuroloeno	1496	1	0,48	0,13	0,61	0,22	0,26	0,23	0,19	-

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca Fina	Casca Média	Casca Grossa	Folha Fina	Folha Média	Folha Grossa	Galho Fino	Galho Médio	Galho Grosso
α-Z-bisaboleno	1499	-	-	-	0,2	0,07	0,08	0,24	0,19	0,07
β-himachaleno	1500	0,28	0,14	0,06	-	-	-	-	-	-
cupareno	1506	1,28	0,61	0,16	0,95	0,3	0,36	0,53	0,5	-
γ-cadineno	1511	0,7	0,39	0,1	0,45	0,15	0,19	0,24	0,22	-
δ-cadineno	1516	2,29	1,03	0,3	2,4	0,86	1,01	0,8	0,82	0,16
<i>trans</i>-calameneno	1520	1,38	0,49	0,08	0,43	0,22	0,16	0,16	-	-
β-sesquifelandreno	1522	-	-	-	0,22	-	0,1	0,23	0,33	-
<i>trans</i>-cadinina-1,4-dieno	1530	-	-	-	0,14	0,05	0,06	0,03	-	-
NI	1532	0,09	0,11	0,01	-	-	-	0,04	-	-
α-calacoreno	1539	2,3	0,56	0,15	0,26	0,07	0,09	0,5	0,32	0,05
elemol	1547	0,99	3,43	1,93	0,65	0,34	0,47	0,72	0,79	0,67
NI	1556	-	0,11	0,05	-	-	-	0,12	-	-
β-calacoreno	1560	0,67	1,38	0,61	-	-	-	0,13	-	-
palustrol	1568	-	-	-	0,17	0,08	0,11	0,06	0,03	-
NI	1570	-	0,07	0,04	-	-	-	-	-	-
espatulenol	1575	3,26	1,56	0,72	2,62	1,09	1,78	2,75	3,63	2,58
óxido de cariofileno	1579	3,19	2,56	0,86	8,17	3,12	4,48	4,73	7,51	3,8
NI	1584	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca	Casca	Casca	Folha	Folha	Folha	Galho	Galho	Galho
		Fina	Média	Grossa	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
NI	1590	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-
viridiflorol	1592	0,4	0,28	0,15	1,43	0,56	0,89	1,63	1,44	0,53
guaiol	1595	0,95	1,88	0,78	0,21	0,09	0,18	0,09	0,27	0,08
ledol	1602	0,34	0,43	0,09	0,76	0,28	0,51	0,5	0,57	0,17
epoxido de humuleno	1607	-	-	-	1,6	0,71	1,05	-	-	0,62
II										
widdrol	1608	1,02	1,03	0,61	-	-	-	1,11	1,47	-
NI	1610	0,29	0,87	-	-	-	-	-	-	-
NI	1613	-	-	-	-	-	0,05	0,16	0,14	-
NI	1617	-	0,09	-	-	-	-	0,07	-	-
1-epi-cubenol	1625	1,69	2,33	1,21	0,3	0,13	0,25	0,58	0,55	-
NI	1630	-	-	-	-	-	0,27	0,64	0,6	-
NI	1633	-	0,28	0,26	-	-	-	0,1	-	-
cubenol	1641	0,89	0,62	0,28	0,29	0,17	0,2	0,41	0,33	0,15
α-muurolol	1645	1,24	0,82	0,53	1,62	0,72	1,03	1,11	0,79	0,49
himachalol	1654	1,07	1,02	0,55	0,73	0,35	0,71	0,83	0,71	0,45

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca	Casca	Casca	Folha	Folha	Folha	Galho	Galho	Galho
		Fina	Média	Grossa	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
NI	1657	0,98	0,96	0,54	0,37	0,15	-	0,98	0,67	0,55
NI	1663	-	0,35	0,18	-	-	-	0,16	-	-
cadaleno	1670	0,56	0,35	0,15	-	-	-	-	-	-
mustacono	1671	-	-	-	0,18	0,06	0,11	0,42	0,18	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,14	0,67	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,12	-	-
NI	1699	-	0,15	0,07	-	-	-	-	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,07	-	-
NI	1762	-	0,17	0,17	-	-	-	0,04	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,05	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
totareno	1919	1,15	0,59	0,34	1,27	0,17	0,23	4,37	2,55	1,27

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca	Casca	Casca	Folha	Folha	Folha	Galho	Galho	Galho
		Fina	Média	Grossa	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
NI	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-
cembreno	1934	0,3	0,18	0,14	0,59	0,11	0,14	2,43	1,52	0,73
NI		-	-	-	-	-	-	0,17	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,07	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,13	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,08	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,03	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,31	0,11	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,48	-	0,32
NI	2007	-	-	0,06	-	-	-	0,05	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,14	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,09	0,05	0,14
NI		-	-	-	-	-	-	0,35	0,2	-

Continua

Tabela 16 - Composição química dos óleos essenciais da casca, folha e galho nas granulometrias fina, média e grossa

Composto	IR	Casca	Casca	Casca	Folha	Folha	Folha	Galho	Galho	Galho
		Fina	Média	Grossa	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
NI	2040	1,14	0,6	0,64	2,2	0,7	0,88	10,65	9,69	9,46
NI	2048	0,37	0,22	0,25	0,92	0,32	0,42	3,36	3,31	3
NI		-	-	-	-	-	-	0,48	0,44	0,33
NI		-	-	-	-	-	-	0,21	0,16	0,13
NI		-	-	-	-	-	-	0,33	0,23	0,23
NI		-	-	-	-	-	-	0,32	0,24	0,2
NI	2095	0,47	0,26	0,32	0,86	0,29	0,37	3,8	3,57	3,58
NI		-	-	-	-	-	-	0,17	-	-
NI		-	-	-	-	-	-	0,06	-	-
NI		0,54	0,37	2,84	-	-	-	35,44	32,37	40,33
NI		-	-	-	-	-	-	0,21	0,09	0,36
NI	2216	0,59	0,55	0,81	-	-	-	0,13	-	0,13
NI	2230	-	-	0,09	-	-	-	0,45	0,32	0,77
NI	2419	-	-	0,03	-	-	-	0,05	-	-
Total		99,02	100	100	99,85	98,83	99,42	99,76	99,85	99,93

IR= Índice de Retenção; NI= Não identificado.