



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINHA GRANDE  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE  
CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA POR CROMATOGRAFIA GASOSA  
ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA (CG/EM) DO ÓLEO FIXO  
DAS SEMENTES DE ABÓBORA, CUITÉ, JACA, MELANCIA E DA CASCA  
DE CUITÉ**

ALAN RAMOS DE MEDEIROS

Cuité - PB

2015

Alan Ramos de Medeiros

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA POR CROMATOGRAFIA GASOSA  
ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA (CG/EM) DO ÓLEO FIXO  
DAS SEMENTES DE ABÓBORA, CUITÉ, JACA, MELANCIA E DA CASCA  
DE CUITÉ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Farmácia da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
Centro de Educação e Saúde, como parte  
integrante do requisito para obtenção do grau de  
Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jacqueline do Carmo Barreto

Cuité - PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE  
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

M488e      Medeiros, Alan Ramos de.

Estudo da composição química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM) do óleo fixo das sementes de abóbora, cuité, jaca, melancia e da casa de cuité. / Alan Ramos de Medeiros. – Cuité: CES, 2015.

46 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Farmácia) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Jacqueline do Carmo Barreto.

1. Cromatografia gasosa. 2. Extração por soxhlet. 3. Óleo fixo. I. Título.

CDU 543.544

Alan Ramos de Medeiros

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA POR CROMATOGRAFIA GASOSA  
ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA (CG/EM) DO ÓLEO FIXO  
DAS SEMENTES DE ABÓBORA, CUITÉ, JACA, MELANCIA E DA CASCA  
DE CUITÉ**

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Jacqueline do Carmo Barreto (Orientador)  
UFCG/CES/UAE

---

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas  
UFCG/CES/UAE

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Regina Nascimento Campos  
UFCG/CES/UAE

Cuité - PB

2015

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais, Sogerlandes e Alda, e a todos que contribuíram direta ou indiretamente em minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me ensinado através da Sua Palavra, que fé é a certeza daquilo que esperamos e a prova das coisas que não vemos.

Agradeço de todo o coração aos meus pais, Sogerlandes Freire de Medeiros e Alda Ramos Gusmão de Medeiros, pelo esforço, dedicação, consolo e principalmente confiança de acreditar que esse sonho iria se concretizar.

Aos meus irmãos, Sabrina e Luciano, que mesmo estando longe acreditaram em mim.

Por todo apoio dos demais familiares, avôs, tios, primos que sempre estavam presentes quando necessário.

Aos amigos Cristiano, Vaninha e Maurício, que mesmo não sendo da família são considerados como meus irmãos de coração.

Aos amigos que fiz durante a vida acadêmica, seja da turma Farmácia 2010.1, como também aos que pude conhecer fora da faculdade que me ajudaram de todas as formas possíveis e que levarei para o resto de minha vida, em especial Tairine, Jussara, Jhessik, Kelly, Dinayanne, Thárisa, Layane, Marcone, Leidiana, Brennda, Lucicarla, Jefferson e Nelly, Fernandinha, Júnior Lopes, Danilo, Paulo e Guilherme que foram não só meus amigos, mas sim como a família mais especial que pude me unir na Paraíba.

À minha orientadora, Professora Jacqueline, que venho a ter uma história desde o começo do curso, quando fui monitor da disciplina Química Orgânica e que confiou em mim desde o princípio, me incentivando para nunca me desanimar mesmo nas horas mais difíceis, dando-me conselhos e me encorajando para que esse trabalho se concretizasse.

Ao Professor Juliano, por ter me ajudado de todas as formas possíveis para que esse trabalho se concretizasse, levando as amostras para Universidade Federal de Pernambuco para análise por CG/EM e por fazer de tudo para que esses resultados ficassem prontos em um curto período de tempo.

E a todos os professores dos quais tive a honra de ser aluno por ter me ensinado durante esses cinco anos de jornada e me fizeram ver a importância do Farmacêutico nos diversos campos que este pode atuar.

Obrigado a todos!!!!!!

## RESUMO

Neste trabalho foi realizado o estudo da composição química dos óleos fixos extraídos das sementes de abóbora, jaca, melancia, cuité e da casca da cuité por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Os óleos foram extraídos das sementes e da casca da cuité em um extrator Soxhlet, utilizando como solvente o hexano, o material obtido foi submetido a uma reação de metilação e posteriormente os constituintes majoritários foram identificados por CG/EM. Os constituintes majoritariamente identificados foram os ésteres metílicos dos ácidos palmítico, esteárico, oleico entre outros identificados individualmente para cada espécie. As análises realizadas indicaram a presença de alguns constituintes que já são utilizados na indústria alimentícia, podendo ser os óleos e farinha obtidos neste estudo, uma fonte de compostos com atividades biológicas ou farmacológicas úteis para o consumo humano ou para o aproveitamento em indústrias farmacêuticas, cosméticas e alimentícia, diminuindo a quantidade de resíduos que são produzidos nas indústrias de beneficiamento de frutas.

**Palavras-chave:** Extração por soxhlet, óleo fixo, abóbora, jaca, melancia, cuité

## **ABSTRACT**

In this work was studied the chemical composition of the fixed oils extracted from seeds of pumpkin, jackfruit, watermelon, calabash and calabash bark by gas chromatography coupled with mass spectrometry. The oils were extracted from the seeds and calabash bark in a Soxhlet extractor using hexane as solvent, the obtained material was submitted to a methylation reaction and the major constituents were subsequently identified by CG/EM. The majority-identified constituents were the methyl esters of palmitic, stearic and oleic acids and others individually identified for each species. The analyzes indicated the presence of some constituents that are already used in the food industry, being the oils and meals obtained in this study, a source of compounds with biological or pharmacological activity useful for human consumption or for use in pharmaceutical, cosmetic and food, reducing the amount of waste that is produced in fruit processing industries.

**Keywords:** Soxhlet extraction, fixed oil, pumpkin, jackfruit, watermelon, calabash

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Massa das farinhas obtidas a partir das sementes.....	24
<b>Tabela 2.</b>	Teor de matéria seca após secagem das sementes das frutas e casca de cuité.....	28
<b>Tabela 3.</b>	Teor de massa de óleo fixo obtido de cada material.....	29
<b>Tabela 4.</b>	Rendimento das massas de óleo fixo concentrado obtido em cada material.....	29
<b>Tabela 5.</b>	Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de abóbora.....	32
<b>Tabela 6.</b>	Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de cuité.....	34
<b>Tabela 7.</b>	Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados na casca de cuité.....	35
<b>Tabela 8.</b>	Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de jaca.....	36
<b>Tabela 9.</b>	Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de melancia.....	37
<b>Tabela 10.</b>	Composição dos ácidos graxos encontrados nas amostras.....	38
<b>Tabela 11.</b>	Resultados do CG/EM para as amostras de óleo fixo das sementes de abóbora, jaca, melancia, cuité e a casca de cuité.....	39

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Fórmula molecular dos glicerídeos de ácidos graxos.....	14
<b>Figura 2.</b>	Aparelho de Soxhlet.....	15
<b>Figura 3.</b>	Fluxograma de um sistema de extração por fluido supercrítico.....	16
<b>Figura 4.</b>	<i>Artocarpus heterophyllus</i> – Jaqueira.....	18
<b>Figura 5.</b>	<i>Citrullus lanatus</i> – Melancia.....	19
<b>Figura 6.</b>	<i>Crescentia cujete</i> – Cuité.....	20
<b>Figura 7.</b>	<i>Cucurbita moshata</i> – Abóbora.....	21
<b>Figura 8.</b>	Mecanismo de reação dos triglicerídeos na presença de metanol.....	30
<b>Figura 9.</b>	Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de abóbora.....	31
<b>Figura 10.</b>	Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de cuité.....	33
<b>Figura 11.</b>	Cromatograma dos ésteres metílicos da casca de cuité.....	34
<b>Figura 12.</b>	Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de jaca.....	35
<b>Figura 13.</b>	Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de melancia.....	37

## LISTA DE ESQUEMA

<b>Esquema 1.</b>	Etapas executadas no estudo da composição química do óleo fixo das sementes de abóbora, cuité, jaca, melancia e casca de cuité.....	27
-------------------	---	----

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE ESQUEMA.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
3.1. ÓLEO FIXO – DEFINIÇÕES.....	13
3.2. TIPOS DE EXTRAÇÃO PARA ÓLEO FIXO.....	14
3.2.1. Prensagem.....	14
3.2.2. Extração em aparelho de Soxhlet.....	14
3.2.3. Extração com fluido supercrítico.....	15
3.2.4. Extração com solventes orgânicos.....	16
3.3. FONTES DE ÓLEO FIXO.....	16
3.4. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO FIXO.....	17
3.5. DESCRIÇÃO BOTÂNICA DAS PLANTAS.....	17
3.5.1. <i>Artocarpus heterophyllus</i> (Jaqueira).....	17
3.5.2. <i>Citrullus lanatus</i> (Melancia).....	18
3.5.3. <i>Crescentia cujete</i> (Cuité).....	20
3.5.4. <i>Cucurbita moschata</i> (Abóbora).....	20
3.6. FORMAS DE CONSUMO DAS SEMENTES.....	21
<b>4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....</b>	<b>24</b>
4.1. MATERIAL VEGETAL.....	24
4.2. EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO EM SOXHLET.....	24
4.3. REAÇÃO DE METILAÇÃO - MÉTODO DE ESTERIFICAÇÃO SOB CATÁLISE ÁCIDA EMPREGANDO ÁCIDO SULFÚRICO EM METANOL.....	25
4.4. ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA - CG/EM.....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
5.1. MATERIAL VEGETAL – TEOR DE MATÉRIA SECA.....	28
5.2. EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO EM SOXHLET.....	28
5.3. REAÇÃO DE METILAÇÃO - MÉTODO DE ESTERIFICAÇÃO SOB CATÁLISE ÁCIDA EMPREGANDO ÁCIDO SULFÚRICO EM METANOL.....	29
5.4. ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS FIXOS POR CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA – CG/EM.....	31
5.4.1 Óleo fixo das sementes de abóbora – EMAG abóbora.....	31
5.4.2 Óleo fixo das sementes e da casca de cuité – EMAG cuité.....	32
5.4.3 Óleo fixo das sementes de jaca – EMAG jaca.....	35
5.4.4 Óleo fixo das sementes de melancia – EMAG melancia.....	36
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira é uma das mais importantes do mundo, baseadas na agricultura, produzindo e exportando café, cana de açúcar, soja, mandioca, frutas, entre outros. Entretanto, a grande produção desses produtos agrícolas gera uma grande quantidade de resíduos (UENOJO e PASTORE, 2007).

A indústria alimentícia brasileira produz resíduos que poderiam ter uma finalidade muito mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Muitos frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doce em conserva, polpas e extratos, os quais possuem sementes que são, muitas vezes, descartadas podendo serem utilizados para minimizar o desperdício de alimentos (NCKOBRI e JORGE, 2005).

Nos últimos anos, houve um aumento na tentativa de tornar mais eficiente a utilização desses resíduos, cuja disposição no meio ambiente causa sérios problemas de poluição. Uma das aplicações em potencial desses resíduos é na utilização como fonte de carbono em bioprocessos para obtenção de produtos químicos e de produtos de maior valor agregado, como enzimas, álcoois, proteínas, ácidos orgânicos, aminoácidos, metabólitos secundários biologicamente ativos e compostos aromáticos (UENOJO e PASTORE, 2007).

As sementes são consideradas como boa fonte de óleo que pode ser utilizado nas indústrias alimentícia e farmacêutica (CORRÊA et al., 2006). Entretanto, o custo de secagem, armazenagem e transporte desses subprodutos são fatores economicamente limitantes. Por isso, os resíduos industriais são muitas vezes utilizados como ração animal ou na forma de fertilizantes. Porém, a demanda por ração pode variar e depender da produção agrícola, além do problema do descarte desses subprodutos serem agravados pelas restrições legais (NCKOBRI e JORGE, 2005). Assim, a importância da utilização eficiente desses resíduos poderia contribuir para geração de empregos, agregar valores aos subprodutos agroindustriais e prevenir problemas de poluição ambiental (MALACRIDA et al., 2007).

Frente ao exposto, nota-se a necessidade de estudos que visem o aproveitamento dos subprodutos resultantes do processamento das frutas para o desenvolvimento de produtos que possam ser incorporados à alimentação humana. A presente pesquisa visou, portanto, agregar valores a esses subprodutos extraídos a partir das sementes de abóbora, jaca, melancia, cuité e a casca de cuité para finalidades em usos industriais.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a fração lipídica, ou seja, a composição do óleo fixo das sementes das espécies *Artocarpus heterophyllus*, *Citrullus lanatus*, *Crescentia cujete* e *Cucurbita moschata* e a casca da *Crescentia cujete*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o óleo fixo das sementes das frutas de abóbora, cuité, jaca, melancia e da casca do cuité utilizando como solvente hexano;
- Promover a reação de metilação para derivatização do óleo fixo;
- Analisar os produtos das reações de metilação obtidos das diferentes espécies por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa para determinar sua composição.

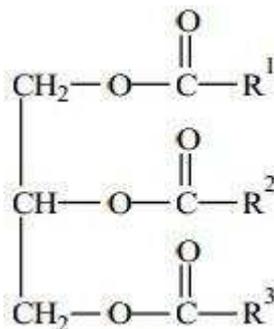
### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ÓLEO FIXO – DEFINIÇÕES

Os óleos vegetais são constituídos principalmente de triglicerídeos (95-98%) e uma mistura de componentes menores (2-5%) de uma vasta série de compostos químicos. Os componentes menores apresentam uma ampla composição qualitativa e quantitativa, dependendo da espécie vegetal de que foram obtidos. Entretanto, em uma mesma espécie o conteúdo e a composição destes componentes podem variar devido às condições climáticas e agronômicas, qualidade da matéria-prima, método de extração e procedimentos de refino. Finalmente, durante a estocagem do óleo, a hidrólise, esterificação e oxidação também originam variações nos mesmos. Os principais grupos dos componentes menores presentes nos óleos vegetais são: hidrocarbonetos, ceras, álcoois, componentes fenólicos voláteis, fosfolipídios, pigmentos, tocoferóis, tocotrienóis e ácidos triterpênicos (CORSO, 2008).

Os óleos fixos são ésteres de ácidos graxos e álcoois de cadeia longa que tem a função de armazenar nutrientes para energia das plantas (SIMÕES, 2003). São misturas de substâncias lipídicas obtidas normalmente de plantas, geralmente das sementes, como óleo de soja, mamona, girassol, ou proveniente de animais (TRANCOSO, 2013).

Segundo a Sociedade Brasileira de Farmacognosia sua principal função é proteger contra a ação de intrusos, microrganismos e insetos, e evitar perda de água. Os óleos fixos e as gorduras são produtos importantes, usados com fins farmacológicos, industriais e nutricionais. Estes diferem apenas no ponto de fusão; os que em temperatura ambiente são líquidos recebem o nome de óleos fixos. Quimicamente, esses óleos são compostos predominantemente por triacilgliceróis, que têm ácidos graxos diferentes ou idênticos, esterificados nas três posições hidroxila da molécula de glicerol (ROBBERS, SPEEDIE e TYLER, 1997), como na seguinte fórmula geral apresentada na Figura 1.



**Figura 1:** Fórmula molecular dos glicerídeos de ácidos graxos (PEREIRA, 2009).

### 3.2 TIPOS DE EXTRAÇÃO PARA ÓLEO FIXO

As técnicas utilizadas comumente na extração de óleos de sementes podem ser através da extração física, utilizando procedimento mecânico como a prensagem; ou extração do tipo química, utilizando fluido supercrítico, o aparelho de Soxhlet ou solventes orgânicos, que são os procedimentos mais utilizados atualmente com relação ao custo e a quantidade de óleo extraída.

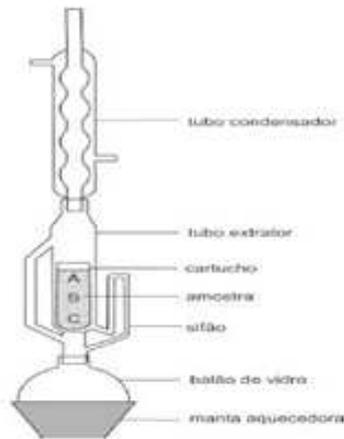
#### 3.2.1 Prensagem

Os processos industriais modernos para a extração dos óleos de sementes de frutos, por prensagem mecânica e posterior filtragem do óleo, utilizam equipamentos mais sofisticados e com maior eficiência. Através da extração mecânica, em prensas contínuas, as sementes entram em contato com um parafuso helicoidal, que movimenta a matéria para à frente. Na saída da prensa existe um cone (nozzle) cujo tamanho pode ser regulado, de forma a aumentar ou diminuir a abertura para a saída do material, o que determina a pressão no interior da prensa. No final deste processo, são obtidos dois produtos, o bagaço, que consiste na parte sólida resultante da prensagem, e o óleo extraído, que poderá conter partículas sólidas resultantes da prensagem (SOUSA, 2012).

#### 3.2.2 Extração em aparelho de Soxhlet

É utilizada, sobretudo, para extrair sólidos com solventes voláteis, exigindo o emprego do aparelho de Soxhlet (Figura 2). Em cada ciclo da operação, o material vegetal entra em contato com o solvente renovado, assim, o processamento possibilita uma extração altamente eficiente, empregando uma quantidade reduzida de solvente, em

comparação com as quantidades necessárias nos outros processos extrativos, para se obter os mesmos resultados qualitativos e quantitativos (SIMÕES, 2003).

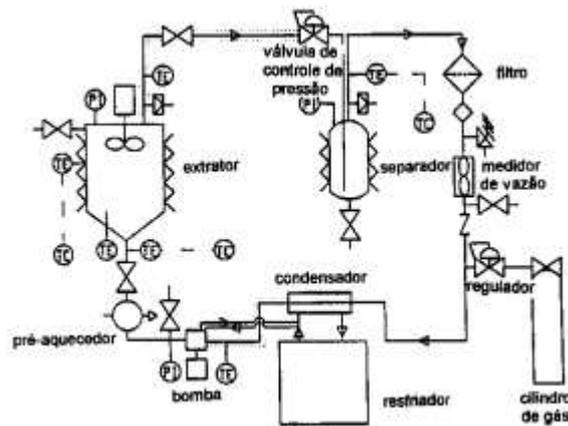


**Figura 2:** Aparelho de Soxhlet (SOUSA, 2012).

### 3.2.3 Extração com fluido supercrítico

Os óleos vegetais são tradicionalmente produzidos pela extração com solventes orgânicos (principalmente hexano). A grande limitação do processo é a eliminação do hexano após a extração, e a eventual degradação térmica do óleo. Com isso, utiliza-se a substituição do processo tradicional pelo processo de extração com fluido supercrítico de óleos de sementes. Isso pode ser explicado pelos triglicerídeos serem facilmente solúveis em CO<sub>2</sub> supercrítico a 40°C e em pressões ao redor de 280bar (REVERCHON, 2006 apud PEREIRA, 2009).

O processo de extração consiste do contato entre o fluido em estado supercrítico e o sólido em condições pré-estabelecidas de temperatura e de pressão. Na extração supercrítica, o solvente é normalmente, fornecido ao sistema através de cilindros de solvente liquefeito, principalmente para uso em unidades em escala de laboratório. A pressão de operação, se superior à do cilindro, pode ser obtida por uma bomba e a temperatura de operação por um trocador de calor. Os componentes presentes na matriz do soluto são solubilizados pelo solvente no extrator e a mistura solvente-soluto é submetida a uma descompressão por uma válvula redutora de pressão, como representado na Figura 3. Em ambos os casos, a mistura passa a ser gás-soluto; o soluto é então recolhido no separador (PEREIRA, 2009).



**Figura 3:** Fluxograma de um sistema de extração por fluido supercrítico (MAUL, WASICKY e BACCHI, 1996).

### 3.2.4 Extração com solventes orgânicos

A extração por solvente é uma operação unitária simples e foi aplicada pela primeira vez em 1835 por Robiquet para extração de compostos de flores. Os componentes contidos em uma matriz sólida são extraídos dissolvendo-os em um solvente líquido. Este processo é conhecido como lixiviação ou ainda extração sólido-líquido. A solução obtida chamada de micela (óleo + solvente) é removida do extrator e encaminhada para um evaporador para a remoção do solvente. Depois que o solvente é removido completamente, obtém-se um extrato concentrado. Atualmente, a seleção do solvente deve ser feita de acordo com a legislação que governa o uso do extrato, se para fins alimentícios, cosméticos ou perfumaria, e também de acordo com as especificações do cliente, que podem ser mais restritivas do que a própria legislação. O solvente selecionado influencia na composição do extrato (parâmetros diferentes de solubilidade), de sua qualidade sensorial e do rendimento da extração (PEREIRA, 2009).

### 3.3 FONTES DE ÓLEO FIXO

As sementes são fontes de óleo fixo, onde estas não são voláteis e são armazenadas principalmente nas sementes oleaginosas (BIZZO, HOVELL e REZENDE, 2009), justificando-se aí a sua presença em função de suma importância como reserva energética para o embrião durante a germinação. Dentre as reservas energéticas encontradas em sementes (amido, proteínas e óleos), os triglicerídeos

vencem em termos de potencial calórico. Estes triglicerídeos fornecem o dobro de energia por grama quando comparados a hidratos de carbono e proteínas (SANTOS, 1997) e essas substâncias podem ser obtidas tanto por prensagem, quanto por extração com solventes ou fluido supercrítico (BIZZO, HOVELL e REZENDE, 2009).

Esses óleos possuem grande importância industrial e são empregados nas indústrias de perfumaria, cosmética, alimentícia e farmacêutica, sendo geralmente os componentes de ação terapêutica de plantas medicinais (TRANCOSO, 2013). Alguns exemplos já citados na literatura são os óleos de abacate, utilizados como creme de pele, entretanto não deve ser utilizado para fins alimentícios e o óleo de amendoim, utilizado em massagens relacionadas à artrite (Óleos Vegetais ou Carreadores, 2010).

### 3.4 MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO FIXO

As caracterizações químicas dos óleos fixos são geralmente apuradas através da análise por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (CG/EM).

A cromatografia pode ser combinada a diferentes sistemas de detecção, tratando-se de uma das técnicas analíticas mais utilizadas e de melhor desempenho. O acoplamento de um cromatógrafo com o espectrômetro de massas combina as vantagens da cromatografia (alta seletividade e eficiência de separação) com as vantagens da espectrometria de massas (obtenção de informação estrutural, massa molar e aumento adicional da seletividade), permitindo assim que uma amostra complexa (mistura) seja separada em seus constituintes que entram sequencialmente no espectrômetro de massa, permitindo assim a análise individual de cada um dos seus compostos (CHIARADIA, COLLINS e JARDIM, 2008).

### 3.5 DESCRIÇÃO BOTÂNICA DA PLANTA

#### 3.5.1 *Artocarpus heterophyllus* (Jaqueira)

O *Artocarpus heterophyllus* é uma espécie de árvore da família Moraceae com inflorescências masculinas e femininas suportadas separadamente em curtos caules robustos que brotam de ramos mais velhos e do tronco (TRINDADE, 2005 apud PRETTE, 2012). Inflorescências masculinas são encontradas nos ramos mais jovens acima das femininas. Os agrupamentos das flores masculinas são densos, carnudos e

cilíndricos, com 5 a 10 cm de comprimento e das femininas são maiores, elípticas ou arredondadas, com flores minúsculas e apétalas crescendo na casca do tronco e dos galhos grossos, desde quase o nível do solo. As flores são polinizadas por insetos e vento, com uma elevada porcentagem de polinização cruzada (ELEVITCH; MANNER, 2006 apud PRETTE, 2012).

O fruto é um sincarpo formado por uma reunião de frutos simples unidos em torno de um eixo central, apresentando forma globosa, oval ou alongada, com um comprimento médio de 70 centímetros e peso que varia de 4,5 a 40 quilogramas (Figura 4). Este pesado fruto é suportado principalmente no tronco e parte interior dos ramos principais. Sua casca é áspera, com projeções triangulares curtas e pontiagudas. Quando o fruto está maduro, sua casca é amarelo-acastanhada. As numerosas sementes são envolvidas por uma polpa cremosa amarela, de sabor doce e consistência que varia de mole a dura, conforme a variedade e muito aromática (Jaca, Descrição Botânica, 2012).

As sementes são marrom claro a escuro, arredondadas, com 2 a 3 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de diâmetro, envolvidas em uma membrana fina e esbranquiçada. São recalcitrantes e podem ser armazenadas até um mês em local fresco e úmido (ELEVITCH; MANNER, 2006 apud PRETTE, 2012).



**Figura 4.** *Artocarpus heterophyllus* – Jaqueira

Fonte: <http://www.taodocerrado.eco.br/>

### 3.5.2 *Citrullus lanatus* (Melancia)

A espécie *Citrullus lanatus*, conhecida popularmente como melancia, é uma planta anual, herbácea, com hábitos de crescimento rasteiro e com ramificações

sarmentosas e pubescentes. O caule é constituído de ramos primários e secundários, que podem assumir disposição radial, com ramos de tamanho similar, partindo da base da planta, ou axial, com um ramo mais longo e com derivações opostas e alternadas a cada nó. As suas folhas são ovaladas, divididas em três ou quatro pares de lóbulos, junto ao caule tem estruturas em espiral, denominadas “gavinhas”, das quais se auxiliam na fixação da planta ao solo (EMBRAPA, 2014; Melancia, Descrição Botânica, 2012).

A espécie é monoica, com flores amarelas, pequenas e isoladas, permanecendo abertas durante menos de 24 horas. A polinização é principalmente entomófila (ROCHA, 2010).

O fruto é uma baga indeiscente que varia quanto ao formato, ao tamanho, cor, espessura da casca, cor da polpa, cor e tamanho de sementes. As variedades de melancia cultivadas possuem frutos de diversos tamanhos (1-30 kg), formas (circular, elíptica, larga e alongada), cores da superfície externa (verde cana, verde-claro, verde-escuro, amarelo, com ou sem listras) e interna (vermelho, rosa, amarelo e branco) e inúmeros sabores. A polpa é formada de tecido placentar, que é a principal parte comestível do fruto (Figura 5). Este tecido tem a coloração vermelha por causa da presença de licopeno ou amarelada em consequência da presença de carotenos e xantofilas (EMBRAPA, 2014).

As sementes são variadas na cor do tegumento (branca, creme, verde, vermelha, marrom-avermelhada, marrom e preta), com ou sem manchas, medindo cerca de 0,4-1,3 cm de comprimento. A melancia, de forma geral, apresenta cerca de 200 a 800 sementes por fruto, que ficam embebidas na polpa (EMBRAPA, 2014).



**Figura 5.** *Citrullus lanatus* – Melancia  
Fonte: <http://belezadacaatinga.blogspot.com.br/>

### 3.5.3 *Crescentia cujete* (Cuité)

A *Crescentia cujete* L., do gênero *Crescentia* L. (Bignoniaceae), comumente referido como cabaça ou árvore cabaça, é uma planta nativa da América tropical, com cerca de 7 espécies distribuídas nos trópicos da América, da Ásia, da Malásia e da Índia (SMITH e DOLLEAR, 1947).

Elas são árvores pequenas, de 5 a 10 m de altura, com cascas castanho escuros e folhas alternadas, solitárias ou agrupadas em nós, com flores que apresentam cores verdes amareladas ou marrons avermelhada com veias de cor púrpura. O cálice é bipartido ou profundamente cortado e a corola tem a forma tubular, subcampanulado à campanulado com pregas. Os estames são filamentos menores, parcialmente divergentes e o pistilo é bifurcado e não apresentam pelos. O ovário é unilocular, com muitos óvulos e gera o fruto que apresenta forma de uma baga, dura, ovóide ou globosa para piriforme com muitas sementes sem asas cercadas por celulose (Figura 6) (MADHUKAR, SRIVASTAVA e DUBEY, 2013).



**Figura 6.** *Crescentia cujete* – Cuité  
Fonte: <http://www.florestaaguadonorte.com.br/>

### 3.5.4 *Cucurbita moschata* (Abóbora)

As abóboras (Figura 7), *Cucurbita sp.*, pertencem à família das Cucurbitaceae e à tribo das Cucurbiteae. O gênero *Cucurbita* compreende 27 espécies conhecidas. A *Cucurbita moschata* são todas rasteiras. As folhas não são cortadas, mas apresentam ângulos bastante marcados. As folhas e os pecíolos são recobertos de numerosos pelos, que não se tornam espinhosos. O pedúnculo apresenta cinco costelas ou ângulos e se

alarga ou se achata no lugar da inserção no fruto. As sementes são normalmente de cor branco-cinza e muito marginais (CENTRO PARANAENSE DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA, 2004).



**Figura 7.** *Cucurbita moshata* – abóbora.  
Fonte: <http://eandmseeds.com/>

### 3.6 FORMAS DE CONSUMO DAS SEMENTES

Os óleos fixos obtidos através de sementes já são largamente utilizadas na indústria para fabricação de produtos de beleza, como o óleo de amêndoas; para fabricação de pomadas cremosas e produção de margarinas, como o óleo de bagaço; ou utilizados puro sobre a pele tendo uma função hidratante, como é o caso do óleo de girassol (Óleos Vegetais ou Carreadores, 2010).

Devido às suas qualidades organolépticas, a jaca e seus resíduos podem representar um potencial socioeconômico e alimentício a ser explorado, constituindo-se numa alternativa ao incremento da renda familiar. Os frutos *in natura* da jaca são consumidos frescos pelo homem, quando processados podem ser transformados em doces, compotas, polpas congeladas, refrescos, sucos, bebidas (licor). As sementes, ricas em amido, podem ser consumidas assadas. Quando assada e moída produzem farinha utilizável para preparo de biscoitos, doces e ingrediente para molho de pimenta, apresentando um elevado teor de fibras e carboidratos. Em medicina caseira a semente trata desarranjos intestinais (PRETTE, 2012).

A melancia é consumida quase exclusivamente *in natura*, mas, também, na forma de sucos, geleias, doces, molhos e em saladas. Em alguns países, se preparam

picles com a casca dos frutos. Já no México, China, e em diversas regiões da Ásia e no Oriente Médio, se consomem também as sementes, em que estas são ricas em gordura, proteína, tiamina, niacina, cálcio, fósforo, ferro e magnésio. Na Índia, faz-se pão de farinha de semente de melancia e o consumo do seu chá, também auxilia no tratamento da pressão alta. Santos et al (2009) relataram em seus estudos que o teor de óleo das sementes de melancia é de 20 a 40%, o qual é rico em ácidos graxos essenciais. Desses, os ácidos graxos linoléico ( $\omega$ -6) e  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3) são essenciais no organismo humano, devido seu papel fundamental no funcionamento adequado do organismo. A extração desse óleo possui composição semelhante à de óleos vegetais comestíveis, tais como o óleo de soja, algodão, milho e girassol. A composição deste óleo é rica em ácidos graxos poliinsaturados, o que favorece sua utilização para fins alimentícios, assim como matéria prima para as indústrias farmacêuticas, de cosméticos e oleoquímica, agregando valor a este resíduo descartado pelas indústrias de sucos e derivados.

Os frutos secos do cuité são comumente usados para fazer tigelas, recipientes do epicarpo lenhoso após a remoção da polpa e chocalhos musicais conhecidos como maracas. As sementes são utilizadas para produzir um óleo fixo semelhante ao amendoim e azeites (MADHUKAR, SRIVASTAVA e DUBEY, 2013).

Estas podem ser comidas cozidas ou assadas, constituindo prato muito apreciado pelos mexicanos. A polpa dos frutos verde é expectorante, purgativa e antifebril. Quando madura é usada em cataplasmas como emoliente (GONSALVES, 2001). As sementes frescas podem ser moídas e misturadas com água para fazer uma bebida refrescante com um sabor doce e agradável (United Nations Conference on Trade and Development, 2005).

Nas abóboras, normalmente, a parte mais utilizada são os frutos polposos que são utilizados para o preparo de diversos pratos culinários, sejam cozidos ou assados e nas formulações de doces e purês. Segundo Veronezi e Jorge (2012), este legume contém, em média, 0,2% de lipídios, 1,3% de proteínas, 20 mg de cálcio e 4,6% de carboidratos totais, sendo que 2,7% correspondem a fibras. As flores também podem ser consumidas (levemente refogadas ou à milanesa) e as sementes são muito ricas em proteínas, lipídios e fibras, além de possuírem compostos bioativos e antinutricionais, tais como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, carotenóides, compostos fenólicos, fitosteróis, cucurbitacinas, cianetos, inibidores de tripsina e saponinas.

Sabe-se também que as sementes de abóbora tem uma grande importância farmacêutica como para problemas de micção, irritação na bexiga e no combate a parasitas intestinais, como por exemplo, a tênia (GONSALVES 2001; OLIVEIRA e AKISUO, 2009).

Devido a isso, devem ser tomadas ações relacionadas com o aproveitamento desses subprodutos para que da extração dos seus constituintes, sejam reaproveitados nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas e diminuir então, a poluição ambiental que esses resíduos vêm trazendo.

## 4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 4.1 MATERIAL VEGETAL

As sementes utilizadas neste estudo foram obtidas dos frutos adquiridos na feira livre do Município de Serra Talhada - PE (jaca, abóbora e melancia) e do fruto de Cuité que foi colhido na cidade de Cuité - PB. Estas foram despulpadas manualmente e colocadas para secar na estufa a 40°C por um período de 24 horas, no laboratório Marie Curie da UFCG – Campus Cuité, todo o procedimento está descrito no Esquema 1. A casca do cuité também foi inserida na pesquisa e foi sujeito ao mesmo tratamento.

### 4.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO EM SOXHLET

Após secagem em estufa, as sementes dos frutos e a casca de cuité foram trituradas com o auxílio de um liquidificador, até que fosse obtida uma farinha das mesmas que em seguida foram pesadas e divididas para a execução de duas extrações por soxhlet, como indicado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Massa das farinhas obtidas a partir das sementes

Amostra	1º Extração	2º Extração
Abóbora	20,0080g	20,0100g
Cuité	25,0008g	24,3969g
Jaca	35,0083g	35,0065g
Melancia	9,0033g	8,4459g
Casca da Cuité	50,0014g	49,0537g

A extração em soxhlet foi realizada utilizando 500 mL de hexano ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ) para cada amostra por um período de 6 horas, esse volume do extrato foi reduzido em evaporador rotativo, e o extrato resultante foi pesado e guardado em local apropriado para posterior metilação.

Após a extração com hexano, o material foi seco à temperatura ambiente para evaporação de resíduos de solvente e extraído com metanol à frio para outros estudos.

#### 4.3 REAÇÃO DE METILAÇÃO - MÉTODO DE ESTERIFICAÇÃO SOB CATÁLISE ÁCIDA EMPREGANDO ÁCIDO SULFÚRICO EM METANOL

Para a determinação do perfil de ácidos graxos, foram pesados de 200-500 mg de cada óleo fixo e adicionou-se 5,0 mL de solução de NaOH 0,50 mol/L em metanol. Essa mistura foi aquecida em refluxo por 5 minutos e em seguida foram adicionados 15,0 mL do reagente de esterificação (preparado a partir da mistura de 2,0g de cloreto de amônio, 60,0 mL de metanol e 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado, aquecida por aproximadamente 15 minutos), a mistura foi então aquecida em refluxo por mais 3 minutos e, em seguida, foi transferida para um funil de separação juntamente com 25,0 mL de éter de petróleo e 50,0 mL de água deionizada. Após agitação e separação das fases, descartou-se a fase aquosa. Adicionou-se 25,0 mL de água deionizada à fase orgânica, agitou-se e após a separação das fases, a aquosa foi descartada e o procedimento repetido. A fase orgânica foi coletada e o solvente evaporado na capela durante 24 horas a temperatura ambiente para posteriormente ser guardada em refrigerador até que fosse realizada a análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massa (MILINSK, 2007).

#### 4.4 ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSA - CG/EM

As análises por cromatografia gasosa foram realizadas na Universidade Federal de Pernambuco, Recife, em espectrômetro do tipo Hewlett-Packard (HP) 5971 com detecto seletivo de massa acoplado a um cromatógrafo gasoso HP 5890, seguindo a seguinte metodologia (SANTOS, 2014).

Amostras de 1  $\mu$ L foram injetadas no cromatógrafo gasoso e a separação dos analitos foram obtidos por uma coluna capilar de sílica fundida HP dimetilpolisiloxano DB-1 (30 m x 0.25 mm). O Hélio, utilizado como gás de arraste com velocidade linear de 1 mL/min. O programa de temperatura do forno continha o seguinte procedimento: temperatura inicial 35°C, 35-180°C a 4°C/min, seguindo por 180-250°C a 10°C/min. A temperatura do injetor de 250°C, a temperatura da linha de transferência foi ajustada para 280°C. Os parâmetros do espectrômetro de massas para o modo IE foi de 200°C, energia de 70 eV, corrente do filamento de 34.6  $\mu$ A (SANTOS, 2014).

Os componentes individuais foram identificados por análise espectrométrica de três livrarias computacionais EM e comparação com seus respectivos índices de Kovat.

Comparações visuais com dados da literatura também auxiliaram na confirmação dos compostos identificados.

### Preparação do material vegetal para extração do óleo fixo

- Pesagem
- Desidratação em estufa a aprox. 40 °C
- Trituração para obtenção da farinha

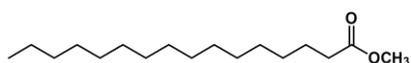
### Extração do óleo fixo em Soxhlet

6 horas  
Solvente: hexano  
Concentração do extrato em evaporador rotativo

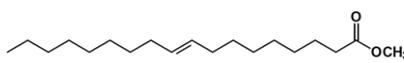
### Reação de metilação em ácido sulfúrico e MeOH

Acompanhamento da reação por CCD

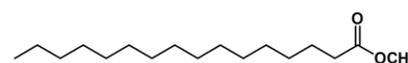
### Análise por CG/EM dos ésteres metílicos obtidos



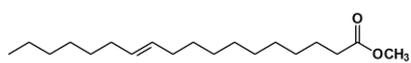
Éster metílico do ácido palmítico



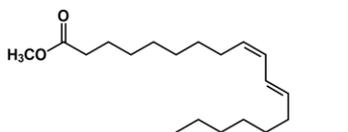
Éster metílico do ácido oléico



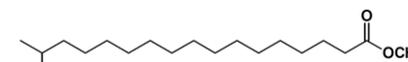
Éster metílico do ácido esteárico



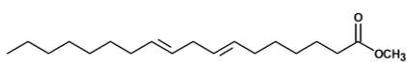
Éster metílico do ácido 11-octadecenoico



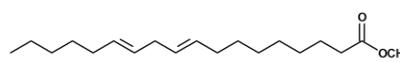
Éster metílico do Ácido 9-cis-11-trans-octadecadienoico



Éster metílico do ácido 16-metil-heptadecenoico



Éster metílico do ácido 7,10-octadienoico



Éster metílico do ácido 9,12-octadienoico (ácido linoleico)

**Esquema 1.** Etapas executadas no estudo da composição química do óleo fixo das sementes de abóbora, cuité, jaca, melancia e casca de cuité

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 MATERIAL VEGETAL – TEOR DE MATÉRIA SECA

Após secagem as sementes foram trituradas e foram obtidas as farinhas utilizadas para a extração do óleo fixo, a Tabela 2 abaixo mostra os resultados do teor de matéria seca perdido para cada amostra no processo de secagem.

O teor de matéria seca foi calculada conforme a seguinte equação:

$$P (\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

Onde: P1 representa a massa do bécker contendo a amostra; P2 representa a massa do bécker após a secagem.

**Tabela 2.** Teor de matéria seca após secagem das sementes das frutas e casca de cuité.

Amostra	Massa fresca (g)	Massa após secagem (g)	% de matéria seca
Abóbora	45,7948	41,6450	9,06
Cuité	70,2051	50,0308	28,74
Jaca	101,2810	70,1673	30,72
Melancia	20,6792	17,4525	15,60
Casca da Cuité	101,1714	99,0596	20,87

Entre as amostras estudadas, pôde-se notar que a semente de abóbora sofreu a menor perda de matéria seca (9,06 %) e a semente de jaca a maior, com 30,72%. Segundo Prette (2012), a percentagem de umidade das sementes de jaca apresentaram uma maior perda de matéria seca, com 57,60%.

### 5.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO POR SOXHLET

A partir da farinha e das extrações realizadas com o solvente hexano, os extratos foram deixados na capela até evaporação total do solvente. A Tabela 3 mostra a massa de óleo fixo obtido de cada material nesta etapa do trabalho e a Tabela 4, retrata o rendimento de cada um.

**Tabela 3.** Teor de massa de óleo fixo obtido de cada material.

<b>Amostra</b>	<b>1º Extração</b>	<b>Massa (g) de extrato hexânico</b>	<b>2º Extração</b>	<b>Massa (g) de extrato hexânico</b>
Abóbora	20,0080g	0,5012	20,0100g	0,2636
Cuité	25,0008g	0,4415	24,3969g	0,6441
Jaca	35,0083g	0,1850	35,0065g	0,1880
Melancia	9,0033g	0,4918	8,4459g	0,5778
Casca da Cuité	50,0014g	0,3340	49,0537g	0,3919

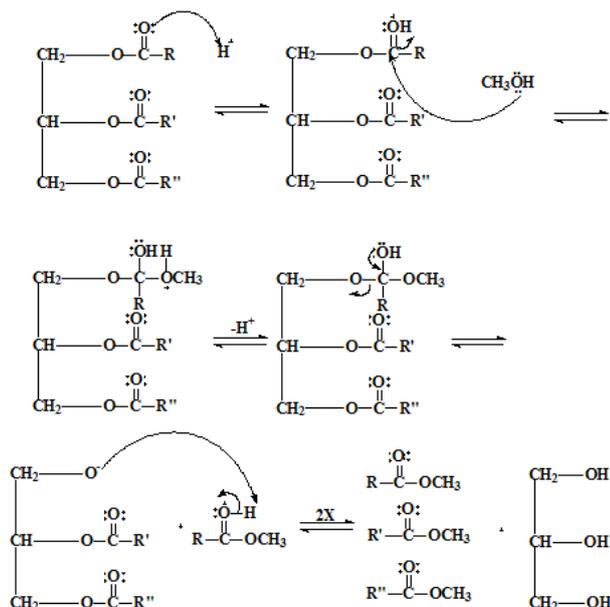
**Tabela 4.** Rendimento das massas de óleo fixo concentrado obtido em cada material.

<b>Amostra</b>	<b>Rendimento (%) da 1º extração hexânica</b>	<b>Rendimento (%) da 2º extração hexânica</b>
Abóbora	2,50	1,31
Cuité	1,76	2,64
Jaca	0,52	0,53
Melancia	5,46	6,84
Casca da Cuité	0,66	0,79

Os rendimentos em óleo fixo mostrados na Tabela 4, variaram entre as espécies o que acredita-se ser devido às sementes possuírem características físicas diferentes, como consistência, cor, tamanho o que reflete no teor e natureza dos ácidos graxos presentes nos óleos fixos obtidos. A sazonalidade, região geográfica, o solvente utilizado, hidrólise, oxidação e esterificação podem ter ocasionados baixos rendimentos na obtenção os óleos fixo analisados.

### 5.3 REAÇÃO DE METILAÇÃO - MÉTODO DE ESTERIFICAÇÃO SOB CATÁLISE ÁCIDA EMPREGANDO ÁCIDO SULFÚRICO EM METANOL

Para a análise por cromatografia faz-se necessária a metilação dos ácidos graxos presentes no óleo fixo, sendo necessário convertê-los em substâncias com maior volatilidade a fim de reduzir a adsorção de solutos no suporte e superfície da coluna e melhorar a separação dos compostos. Os métodos de derivatização mais comuns usados para análise em CG envolvem a transesterificação dos acilgliceróis e a esterificação dos ácidos graxos livres a ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG). Este processo de conversão também pode ser chamado de metilação (MILINSK, 2007).



**Figura 8.** Mecanismo de reação dos triglicerídeos na presença de metanol

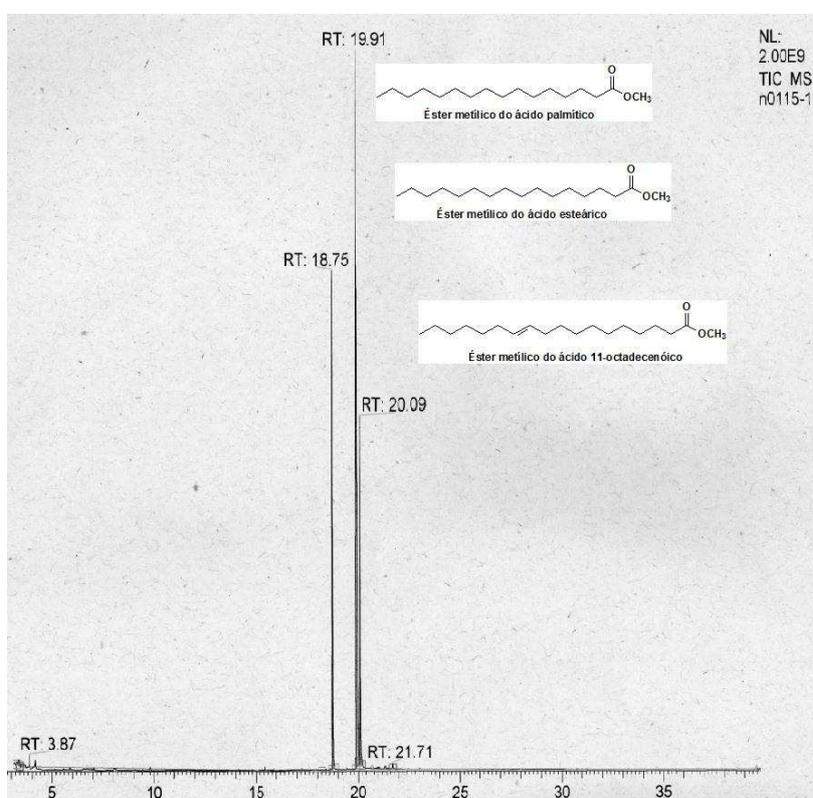
A Figura 8, mostra o mecanismo de reação dos triglicerídeos na presença de metanol, onde o meio ácido proporcionado pelo ácido sulfúrico do meio reacional favorece a protonação das carbonilas do triacilglicerol, tornando-as mais suscetíveis ao ataque do nucleófilo, neste caso o metanol. É formado então, um intermediário protonado que após desprotonação gera o intermediário tetraédrico instável característico das reações de substituição nucleofílica acílica das quais faz parte a transesterificação utilizada nesta etapa de derivatização dos ácidos graxos. O intermediário formado tende a expulsar o melhor grupo de saída através do retorno do par de elétrons do oxigênio, que restaura a carbonila. Essa etapa do mecanismo ocorre mais duas vezes, formando glicerol e três moléculas de ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes no triacilglicerol.

Não foram calculados os rendimentos para as reações, pois as quantidades obtidas dos ésteres metílicos foram muito baixas e para não perder material foram enviadas diretamente para a análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa, no entanto, a efetivação das reações foi acompanhada por CCD e conforme os resultados mostrados nas análises por CG/EM a metilação ocorreu sendo possível identificar os constituintes dos óleos fixos, através da análise dos seus ésteres metílicos.

## 5.4 ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS FIXOS POR CROMATOGRAFIA GASOSA - CG/EM

### 5.4.1 Óleo fixo das sementes de abóbora – EMAG abóbora

Após derivatização através da reação de metilação, o material obtido foi submetido à análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa-CG/EM, seguindo as condições descritas no procedimento experimental. Três componentes majoritários foram identificados, a Figura 9 abaixo mostra o cromatograma para os ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes na amostra obtida pela metilação do óleo fixo das sementes de abóbora.



**Figura 9.** Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de abóbora

O óleo da semente de abóbora apresentou percentagens de ésteres metílicos dos ácidos graxos saturados comparáveis aos relatados por Sousa (2012) que encontrou 21,47% de EM de ácido palmítico e neste estudo o teor foi de 21,44%, quanto ao EM de ácido octadecanóico o autor relata 5,30%, enquanto a percentagem neste trabalho foi de 15,63%, foi observada ainda, no nosso material a presença de EM de ácido 11-

octadecenóico em 56,17% que se apresentou em maior teor que o observado por Jesus (2014), que foi de 52,0%. Tais constituintes possuem vasta utilização na área cosmética como emulsificante e na indústria farmacêutica como lubrificante de cápsulas, que é o caso do ácido octadecanóico (ácido esteárico) (Brasil, 2012) (Tabela 5).

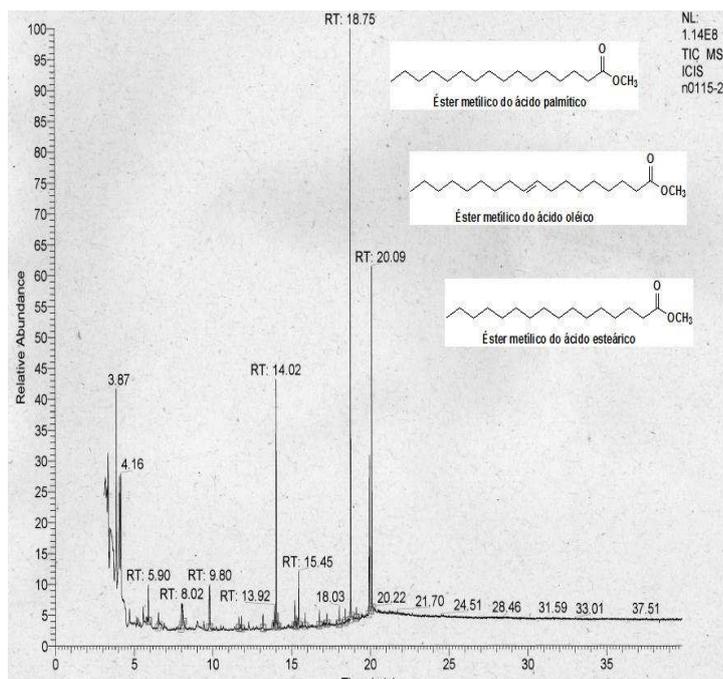
**Tabela 5.** Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de abóbora.

<b>Constituintes</b>	<b>EMAG abóbora</b>	<b>Sousa, 2012</b>	<b>Jesus, 2014</b>
Ácido Palmítico	21,44	21,47	25,4
Ácido Palmitoleico	-	0,91	0,90
Ácido Esteárico	15,63	5,30	7,33
Ácido Oleico	-	19,85	13,5-52,0
Ácido Linoleico	-	45,94	19,8-59,0
Ácido Linolênico	-	0,38	0,12-0,90
Ácido 11-Octadecenóico	56,17	-	52,0

A quantidade dos três EMAG no nosso estudo não totalizou 100%, sendo provavelmente os outros ácidos citados por Sousa, 2012 e Jesus, 2014 que não foram identificados no estudo presente.

#### 5.4.2 Óleo fixo das sementes e da casca de cuité – EMAG cuité

Após derivatização por metilação, os EM do óleo fixo das sementes de Cuité foram submetidos à análise por CG/EM, os resultados podem ser vistos na Tabela 6. A Figura 10, mostra o cromatograma obtido por CG/EM dos EMAG do óleo das sementes de Cuité e a Figura 11, representando as cascas da cuité.



**Figura 10.** Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de cuité

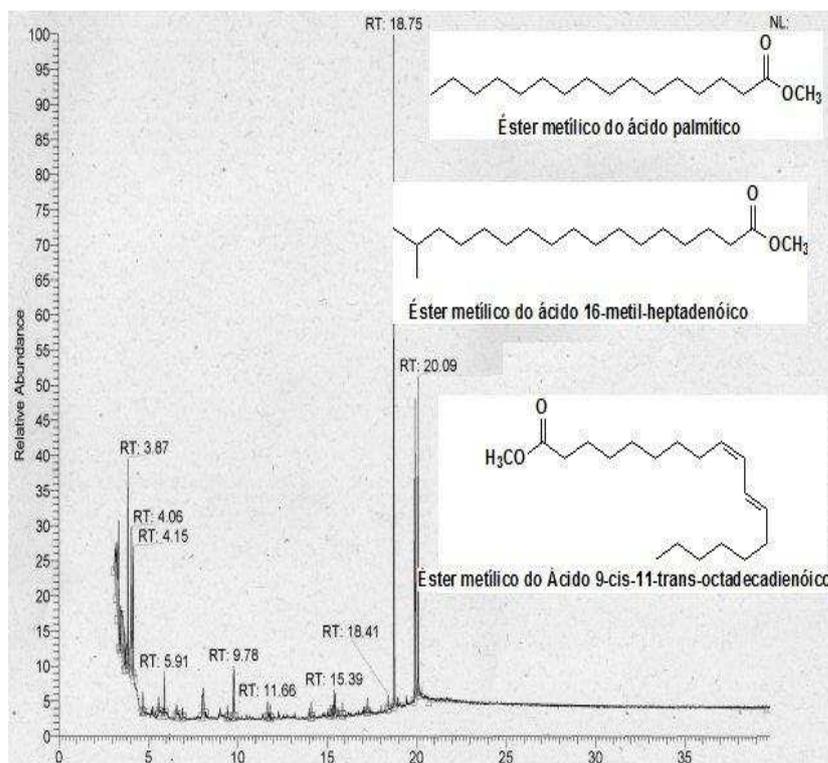
As sementes do fruto de cuité, são sobretudo ricas em ácidos graxos insaturados, contendo principalmente o ácido oleico (CABRERA, 2005), que também foi encontrada nesse estudo em um teor de 12,61%, e em ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico 27,91% e o esteárico 18,33%. Esses ácidos graxos de origem vegetal são utilizados, juntamente com outros ácidos, em formulações farmacêuticas que favorecem no processo de cicatrização (FERREIRA et al, 2012).

Segundo estudos de Smith e Dollear (1947), utilizando método de saponificação e equações aplicáveis a óleos de algodão e amendoim, mas que foram aplicadas neste estudo, pôde-se obter em seus resultados 59,4% de ácido oleico, 19,3% de ácido linoleico e 1,6% do ácido linolênico, mostrando ser mais eficiente pela percentagem adquirida. E segundo relatado em estudos de ESPITIA-BAENA et. al (2011), as sementes de cuité apresentam 20% de óleo, correspondendo a cerca de 52% de ácido oleico, 17% de ácido linoleico, 16% de ácido palmítico e 10,6% de ácido esteárico.

**Tabela 6.** Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de cuité.

Constituintes	EMAG sementes de cuité	Smith, 1947	Espitia-Baena et. al, 2011
Ácido Palmítico	27,91	-	16
Ácido Esteárico	18,33	-	10,6
Ácido Oleico	12,61	59,4	52
Ácido Linoleico	-	19,3	17
Ácido Linolênico	-	1,60	-

A casca da cuité (Tabela 7.) apresentou em seu EM do óleo fixo ácidos saturados como, ácido palmítico (14,47%), ácido 16-metil-heptadecanóico (7,81%) e ácido rumênico (15,02%). Este último ácido é considerado como um isômero conjugado do ácido linoleico biologicamente mais ativo, sendo predominantemente incorporado nas membranas fosfolipídicas (MOREIRA, CURI e MANCINI, 2002). No entanto, não foi possível comparar estes resultados com outros estudos, pois há escassez de investigações referente ao óleo fixo desta parte da planta.



**Figura 11.** Cromatograma dos ésteres metílicos da casca de cuité

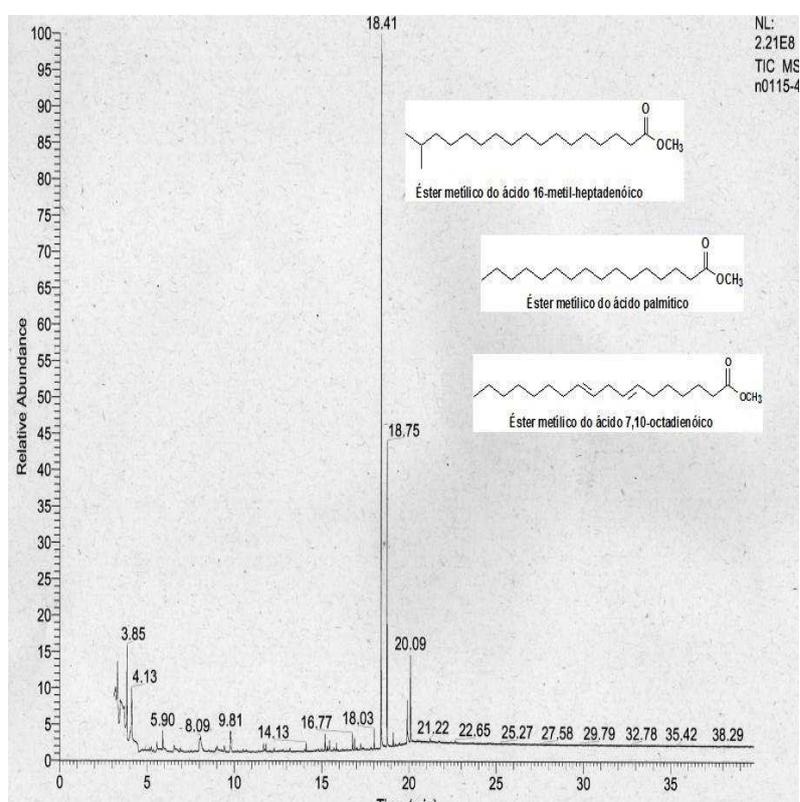
**Tabela 7.** Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados na casca de cuité.

Constituintes	EMAG casca de cuité
Ácido Palmítico	14,47
Ácido 16-Metil-Heptadecanóico	7,81
Ácido Rumênico	15,02

As cascas de Cuité ainda não tiveram sua composição de ácidos graxos relatada na literatura até o momento.

#### 5.4.3 Óleo fixo das sementes da jaca – EMAG jaca

Após derivatização por metilação, três componentes foram identificados nos EM do óleo fixo das sementes de jaca e os resultados podem ser vistos na Tabela 8. A Figura 12 apresenta o cromatograma para os ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes nas sementes da jaca.

**Figura 12.** Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de jaca.

Nos estudos de Rosa (2013), apenas o ácido palmítico coincidiu com nossas análises quando a extração foi realizada utilizando como solvente o metanol e posteriormente CG/EM. Neste estudo foram observados três picos dos EMAG do óleo fixo da jaca que correspondiam aos seguintes EMAG: o ácido palmítico (8,63%), o ácido 16-metil-heptadecanóico (26,24%) e o ácido 7,10-octadienóico (13,32%), no entanto a literatura não apresentava os dados quantitativos. O ácido 7,10-octadienóico é um importante ácido graxo linoleico conjugado e atua em uma variedade de sistemas biológicos em benefício à saúde humana no processo anticarcinogênico (BOGDAWA, 2005).

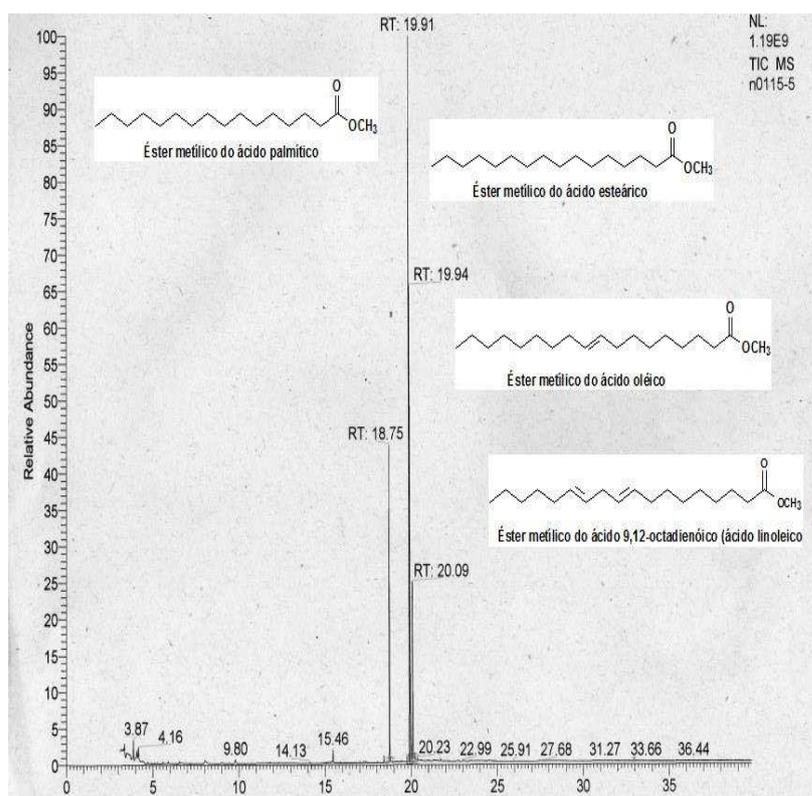
**Tabela 8.** Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de jaca.

<b>Constituintes</b>	<b>EMAG jaca</b>	<b>Rosa, 2013</b>
Ácido Palmítico	8,63	Presente
Ácido 16-Metil-Heptadecanóico	26,24	Ausente
Ácido 7,10-Octadienóico	13,32	Ausente

A farinha da semente de jaca é rica em sódio, amido e gordura, além de serem utilizadas na produção para preparo de biscoitos, doces, entre outros, e atualmente foi foco de estudo como ingrediente estabilizador para molho de pimenta (PRETTE, 2012).

#### 5.4.4 Óleo fixo das sementes da melancia – EMAG melancia

A derivatização por metilação, do óleo fixo das sementes de melancia foram identificados nos EM e os resultados podem ser vistos na Tabela 9. A Figura 13, mostra o cromatograma para os ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes nas sementes da melancia.



**Figura 13.** Cromatograma dos ésteres metílicos das sementes de melancia.

O óleo fixo da semente de melancia foi o único que mostrou em sua composição teores dos ácidos linoleico (32,23%) e oleico (41,69%) juntos e em uma quantidade superior quando comparado aos estudos de Corrêa et al. (2006) que apresentou 25,34% para o ácido linoleico e 28,93% para o oleico ou na pesquisa de Santos et al. (2009) com 23,35% de ácido oleico e 55,32% de linoleico. Estes dois ácidos, também são denominados essenciais (AGE) oferecendo vantagens nutricionais, e se misturados com outros óleos comestíveis, de alta saturação, podem resultar em óleo com valores nutricionais modificados (CORRÊA, et al., 2006).

**Tabela 9.** Teor de ésteres metílicos dos ácidos graxos encontrados nas sementes de melancia.

Constituintes	EMAG sementes de melancia	Corrêa, 2006	Santos, 2009
Ácido Palmítico	15,9	27,86	12,02
Ácido Esteárico	20,36	20,36	7,253
Ácido Oleico	41,69	28,93	23,352
Ácido Linoleico	32,23	25,34	55,32
Ácido Linolênico	-	-	0,125

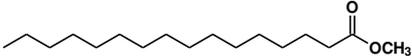
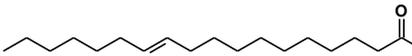
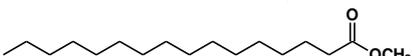
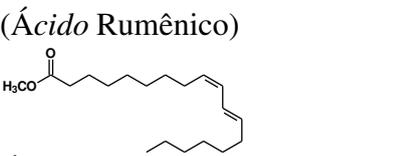
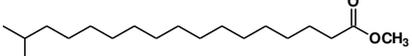
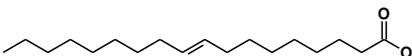
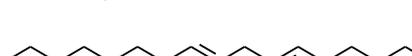
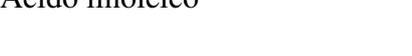
O ácido palmítico, presente em todas as amostras é um dos ácidos graxos mais utilizados na fabricação de cremes de barbear, pois proporciona uma ótima detergência e poder espumante (CORRÊA, et al., 2006).

As Tabelas 10 e 11 apresentam os resultados gerais obtidos neste estudo, mostrando a forma como se apresentam os ácidos graxos livres presentes nos óleos fixos das sementes das diferentes espécies comestíveis estudadas.

**Tabela 10.** Composição dos ácidos graxos encontrados nas amostras.

Ácidos Graxos	
Ácido 11-octadecenóico	C18:1
Ácido 16-metil-heptadecanóico	C17:1
Ácido 7,10-octadienóico	C18:2
Ácido 9-cis-11-trans-octadecadienóico ( <i>ácido rumênico</i> )	C18:2
Ácido linoleico	C18:2
Ácido octadecanóico (ácido esteárico)	C18:0
Ácido oleico	C18:1
Ácido palmítico	C16:0

**Tabela 11.** Resultados do CG/EM para as amostras de óleo fixo das sementes de abóbora, jaca, melancia, cuité e a casca de cuité.

Ácido graxo	Espécie/ Quantidade %				
	Abóbora	Cuité (casca)	Cuité (semente)	Jaca	Melancia
Ácido palmítico 	21,44	14,47	27,91	8,63	15,9
Ácido 11-octadecenóico 	56,17	-	-	-	-
Ácido octadecanóico (Ácido Esteárico) 	15,63	-	18,33	-	10,18
Ácido 9-cis-11-trans-octadecadienóico (Ácido Rumênico) 	-	15,02	-	-	-
Ácido 16-metil-heptadecanóico 	-	7,81	-	26,24	-
Ácido oleico 	-	-	12,61	-	41,69
Ácido 7,10-octadienóico 	-	-	-	13,32	-
Ácido linoleico 	-	-	-	-	32,23

## 6. CONCLUSÃO

As análises por CG/EM realizadas nos óleos fixos após derivatização (metilação) das sementes da abóbora, jaca, melancia, cuité e casca da cuité nos possibilitaram identificar os principais constituintes químicos – ésteres metílicos dos ácidos graxos - presentes nestes óleos.

Os ésteres metílicos do ácido palmítico foram encontrados em todas as amostras estudadas em quantidades que variaram de 8,63 a 27,91%, os EM do ácido esteárico estiveram presentes nas sementes de abóbora, cuité e melancia em teor variando de 10,18 a 18,33%, os EM do ácido oleico presente nas espécies cuité e melancia (12,61 - 41,69%) e os EM do ácido linoleico encontrado apenas nas sementes de melancia, os ácidos graxos acima mencionados já são utilizados na indústria de cosméticos ou como excipientes nas indústrias farmacêuticas.

Os demais ésteres metílicos identificados (ácido 11-octadecenóico, ácido 9-cis-11-trans-octadecadienóico, ácido 16-metil-heptadecanóico, ácido 7,10-octadienóico) apresentam componentes bioativos que, com o auxílio de estudos posteriores, puderam ser inseridos nas indústrias para o seu reaproveitamento.

Os constituintes identificados nos indicam o reaproveitamento de sementes e outros rejeitos do processamento de frutas como uma nova fonte de matéria prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, ajudando a minimizar o problema que a deposição destes resíduos podem causar, tendo em vista os elevados volumes gerados de resíduos nas indústrias.

## 7. REFERÊNCIAS

BIZZO, H. R., HOVELL, A. M.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, n.3, São Paulo, 2009.

BOGDAWA, H. M. **Análise do polímero PHA em *Saccharomyces cerevisiae* recombinante: superexpressão de *phaG*, e a contribuição *in vivo* das enzimas auxiliares envolvidas na  $\beta$ -oxidação de ácidos graxos insaturados em peroxissomos**, 2005, 184f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

Brasil - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Boas Práticas de Fabricação de Excipientes Farmacêuticos. 3p., Brasília: 2012.

CABRERA, R. I. Las plantas y sus usos en las islas de Providencia y Santa Catalina. **Ilustrada**, Universidad del Valle, Colômbia, 2005.

CENTRO PARANAENSE DE REFERÊNCIA EM AGROECOLOGIA, 2004. Abóboras. Disponível em: <<http://www.cpra.pr.gov.br/arquivos/File/Abobora.pdf>>. Acesso em: 02 out 2014.

CHIARADIA, M. C.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. O estado da arte da cromatografia associada à espectrometria de massas acoplada à espectrometria de massas na análise de compostos tóxicos em alimentos. **Química Nova**, v.31, n.3, São Paulo, 2008.

CORRÊA, C.G.; LEITE, J.J.G.; CASTRO, R.A.O; MORAIS, S.M. Caracterização dos ácidos graxos das sementes de acerola, melancia e tangerina. **Associação Brasileira de Química**, Salvador, set. 2006.

CORSO, M. P. **Estudo da extração de óleo de sementes de gergelim (*Sesamun indicum* L.) empregando os solventes dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado**. 2008, 106f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.

EMBRAPA. **Rendimento de óleos fixos de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*) e sua caracterização química**. Disponível em:

<[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba4/290.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/290.pdf)>.

Acesso em: 01 out. 2014.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Melancia**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/socioeconomia.htm#nutricional>>. Acesso em: 02 out. 2014.

ESPITIA-BAENA, J. E.; DURAN-SANDOVAL, H. R.; FANDIÑO-FRANKY, J.; DÍAZ-CASTILLO, F.; GÓMEZ-ESTRADA, H. A. Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Ciudad de la Habana, v.16, n.4, p.337-346, dic. 2011.

FERREIRA, A. M.; SOUZA, B. M. V. de; RIGOTTI, M. A.; LOUREIRO, M. R. D. Utilização dos ácidos graxos no tratamento de feridas: uma revisão integrativa da literatura nacional. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v.46, n.3, jun. 2012.

GONSALVES P. E. Livro dos Alimentos. São Paulo: Summus, 2001. 3, 386 p.

**Jaca, Descrição Botânica, 2012**. Disponível em: <<http://nplantas.com/jaca-descricao-botanica/>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

JESUS, J. H. G. de. **Extração e caracterização de óleo essencial de sementes de *Opuntia ficus indica***, 2014, 118f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Nova de Lisboa, 2014.

MADHUKAR, V. K.; SRIVASTAVA, S. K.; DUBEY, N. K. Revision of Genus *Crescentia* L. (Bignoniaceae) in India. **American Journal of Plant Sciences**, Índia, v.4, p.1164-1168, jun. 2013.

MALACRIDA, C. R.; ANGELO, P. M.; ANDREO, D.; JORGE, N. Composição química e potencial antioxidante de extratos de sementes de melão amarelo em óleo de soja. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v.38, n.4, p.372-376, dez. 2007.

MAUL, A. A.; WASICKY, R.; BACCHI, M. Extração por fluido supercrítico. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v.5, n.2, 1996.

**Melancia, Descrição Botânica, 2012.** Disponível em: <<http://nplantas.com/melancia-descricao-botanica/>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

MILINSK, M. C. **Análise comparativa entre oito métodos de esterificação na determinação quantitativa de ácidos graxos em óleo vegetal**, 2007, 118f. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Estadual de Maringá, 2007.

MOREIRA, N. X.; CURI, R.; MANCINI FILHO, J. Ácidos graxos: uma revisão. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v.24, p.105-123, dez. 2002.

NCKOBRI, C.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciências Agrotécnicas, Lavras**, v.29, n.5, p.1008-1014, out. 2005.

**Óleos Vegetais ou Carreadores, 2010.** Disponível em: <<http://www.oleosessenciais.org/os-oleos-carreadores/>>. Acesso em: 01 out. 2014.

OLIVEIRA, F. de; AKISUO, G. **Fundamentos de Farmacobotânica e de Morfologia Vegetal**. 3 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

PEREIRA, C. S. S. **Avaliação de diferentes tecnologias na extração do Óleo do Pinhão-manso (*Jatropha curcas L*)**, 2009, 88f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.

PRETTE, A. P. **Aproveitamento de Polpa e Resíduos de Jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) através de Secagem Convectiva**, 2012, 161f. Dissertação (Pós-Graduação) - Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e farmacobioteecnologia**. Editorial Premier, São Paulo, SP, 372p., 1997.

ROCHA, M. R. da. **Sistemas de cultivo para a cultura da melancia**, 2010, 76f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

ROSA, R. L. da. **Avaliação do potencial gastroprotetor e antiúlcera das sementes da *Eugenia involucrata* DC. (cereja do mato) e *Artocarpus heterophyllus* Lam. (jaca) em roedores**. 2013, 96f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2013.

SANTOS, D. Y. A. C. dos. Plantas Alimentícias. Universidade de São Paulo, p. 37-38, São Paulo, 1997.

SANTOS, M. A. C. Extração, caracterização e avaliação dos potenciais antioxidante e inibidor da enzima acetilcolinesterase de óleos essenciais das espécies presentes no hortoflorestal do CES/UFCG, 2014, 18f, Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC) – Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

SANTOS, V. B.; BARRETO, H. C. S.; SILVA, S. R.; SANTOS, R. C.; FILHO, A. A. M.; FREITAS, L. S.; SOUSA, R. C. P. Estudo da composição química do óleo de semente de melancia das espécies *Charleston gray* e *Citrullus lanatus*. **Sociedade Brasileira de Química**, Ceará, jun. 2009.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS e UFSC, p. 315, 221-224, 2003.

SMITH; B. A.; DOLLEAR, F. G. Oil From Calabash Seed, *Crescentia cujete* L. **Journal of the Oil Chemists Society American**, Louisiana, v.24, p.52-54, fev. 1947.

SOUSA, V. R. de. **Extração e Caracterização de Óleo de Sementes de Frutos**, 2012, 62f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Algarve, 2012.

TRANCOSO, M. D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. **Revista Práxis**, ano V, n.9, jun. 2013.

UENOJO, M.; PASTORE, G.M. Pectinases: Aplicações Industriais e Perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.388-394, abr. 2007.

United Nations Conference on Trade and Development. *Crescentia cujete*, Calabash, **Totumo**. Market Brief in the European Union for selected natural ingredients derived from native species, European Union, 2005.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Aproveitamento de Sementes de Abóbora (*Cucurbita sp.*) como Fonte Alimentar. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.1, p.113-124, 2012.