



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

PEDRO ROMULO ESTEVAM RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DE METAIS, DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES
FÍSICO-QUÍMICAS E ENSAIO BIOLÓGICO NA SEMENTE DA CANELA
(*Cinnamomum zeylanicum* Nees) LAURACEAE**

**Boa Vista
2016**

PEDRO ROMULO ESTEVAM RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DE METAIS, DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES
FISICO-QUIMICAS E ENSAIO BIOLÓGICO NA SEMENTE DA CANELA
(*Cinnamomum zeylanicum* Nees) LAURACEAE**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Roraima como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química área de concentração Química Ambiental para a obtenção do título de Mestre em Química.

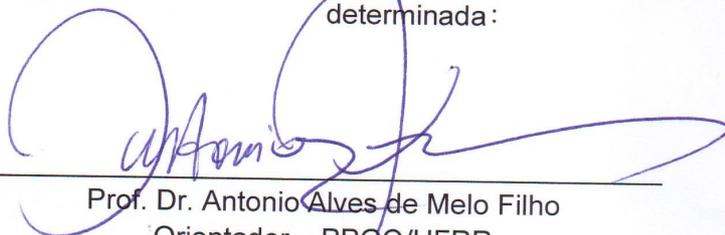
Orientador: Prof. Dr. Antonio Alves de Melo Filho

Boa Vista
2016

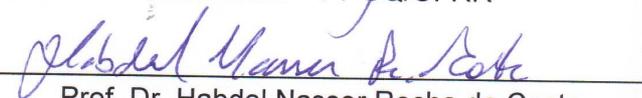
PEDRO ROMULO ESTEVAM RIBEIRO

CARACTERIZAÇÃO DE METAIS, DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES
FÍSICO-QUÍMICAS E ENSAIO BIOLÓGICO NA SEMENTE DA CANELA
(*Cinnamomum zeylanicum* Nees) LAURACEAE

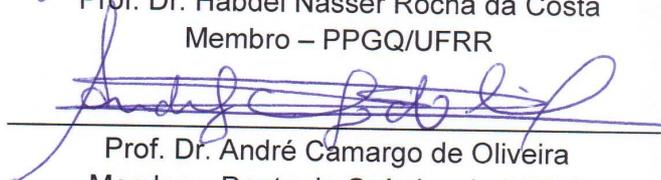
Dissertação apresentada a Universidade Federal de Roraima, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química, área de concentração Química Ambiental, para a obtenção do título de Mestre em Química, Defendida em 05 de fevereiro de 2016 e, avaliada pela banca examinadora abaixo determinada:



Prof. Dr. Antonio Alves de Melo Filho
Orientador – PPGQ/UFRR



Prof. Dr. Habel Nasser Rocha da Costa
Membro – PPGQ/UFRR



Prof. Dr. André Camargo de Oliveira
Membro - Depto de Química da UERR

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

R484c Ribeiro, Pedro Romulo Estevam.

Caracterização de metais, determinação das propriedades físico-químicas e ensaio biológico na semente da Canela (*Cinnamomum zeylanicum* Nees) Lauraceae / Pedro Romulo Estevam Ribeiro. – Boa Vista, 2016.

56f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Alves de Melo Filho.

O resultado destes meus estudos eu agradeço em especial:

A Deus;

ao meu orientador;

in memoriam minha genitora: Joana Estevam;

a minha família

e ao Grupo Oleoquímicos.

AGRADECIMENTOS

Deus é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar aonde cheguei.

A minha Mãe por tudo o que eu sou, tudo o que faço, tudo o que carrego da minha personalidade, as heranças da sabedoria passada por ela, minha genitora Joana Estevam Ribeiro saudades mãe querida!

A minha família onde busco forças para me fortalecer no meu dia a dia.

Ao meu orientador Dr. Antonio Alves de Melo Filho pela orientação, confiança, dedicação e paciência constante.

Aos Professores do PPGQ pela contribuição significativa na realização dos meus trabalhos.

A Prof^a. Dr^a Jacqueline Aparecida Takahashi e a Dr^a. Vany Perpétua Ferraz, por toda dedicação as análises feitas ao PPGQ.

A Prof^a. Dr^a. Neide Lucas pela colaboração por compreender que pesquisa não se faz sozinho.

Aos meus amigos, Neuza, Rosário, Diana, Luciana, Cristina, Anne, Flávio, Romélia, Sirley, Ricardo, Ismael, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À CAPES pelo suporte financeiro dado aos programas de pós-graduação.

A UFMG pelo suporte na realização das análises.

Ao NUREN pela cooperação instrumental na elaboração no preparo para elaboração das análises.

À Universidade Federal de Roraima pelo Programa de Pós-Graduação em Química.

A todos cujos nomes não foram citados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização desta pesquisa, muito obrigado.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 01 - a) árvore b) flor e c) frutos da Canela.....	19
Figura 02 - Estrutura de ácidos graxos saturados e insaturados.....	22
Figura 03 - Ácidos graxos poliinsaturados (ω -3, ω -6 e ω -9).....	24
Figura 04 - Esquema do processo de transmissão e controle nervoso nas sinapses.....	2 6
Figura 05 - Identificação da planta no INPA.....	28
Figura 06 - Sistema de extração à quente.....	29
Figura 07 - Início da fusão.....	31
Figura 08 - Término de fusão.....	31
Figura 09 - Espectro de RMN de ^1H genérico de óleo vegetal.....	35
Figura 10 - Espectro de RMN ^1H com integração dos ácidos graxos da canela desta pesquisa.....	3 6
Figura 11 - Espectro de absorção na região do infravermelho para amostra de MSC.....	4 0
Figura 12 - O cromatograma obtido por CG-FID para MSC.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Descrição Taxionómica da canela.....	18
Tabela 02 - Propriedades físico-químicas do solvente hexano.....	30
Tabela 03 - Parâmetro para análise da MSC por ICP-OES.....	32
Tabela 04 - Atribuição dos sinais do espectro de RMN de ¹ H genérico de óleo vegetal.....	3 5
Tabela 05 - Rendimento da extração da manteiga da semente da canela.....	39
Tabela 06 - Cálculo da umidade.....	39
Tabela 07 - Atribuição das principais bandas de absorção na região do infravermelho para amostras de óleos.....	4 1
Tabela 08 - Elementos com concentração menor do que o limite de detecção.....	42
Tabela 09 - Quantificação dos metais em MSC por ICP-OES.....	42
Tabela 10 - Perfil de ácidos graxos na MSC.....	44
Tabela 11 - Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos ω -6 e ω 3 na dieta humana.....	4 5
Tabela 12 - Concentração dos ácidos linoleico, alfa-linolênico e razão ω 6/ ω 3, em óleos de origem vegetal.....	4 5
Tabela 13 - Composição de ácidos graxos de óleos extraídos da semente da canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees) comparado com outros óleos.....	46
Tabela 14 - Caracterização físico-química da MSC comparados a outros óleos de sementes.....	4 7
Tabela 15 - RMN ¹ H versus CGFID.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

α	Alfa
β	Beta
Δ	Delta
γ	Gama
p.	Página
m	Metro
cm	Centímetro
°C	Graus Celsius
mg	Miligrama
mm	Milímetro
ml	Mililitro
μm	Micrômetro
μL	Microlitros
min	Minutos
s	Segundos
h	Hora
n	Ligação dupla
C	Carbono
H	Hidrogênio
N	Norte
O	Oeste
FAO	Food and Agriculture Organization
Hz	Hertz
M	Molar
O	Oxigênio
PPGQ	Programa de Pós-Graduação em Química
UFRR	Universidade Federal de Roraima
KBR	Brometo de potássio
$\omega 3$	ômega três ou Ácido linolênico
$\omega 6$	ômega seis ou Ácido linoléico
$\omega 9$	ômega nove ou Ácido oléico

AGS	Ácido graxo saturado
AGI	Ácido graxo insaturado
g	Gramma
ppm	Parte por milhão
IA	Índice de acidez
IE	Índice de éster
II	Índice de iodo
IS	Índice de saponificação
MSC	manteiga da semente da canela
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
IAL	Instituto Adolfo Lutz
UV	Ultra Violeta
ICP-OES	Espectrômetro Ótico de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado
RMN-H ¹	Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio 1
DPPH	2,2 difenil- picril- hidrazil
CG	Cromatografia Gasosa
IV	Infravermelho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 CANELA.....	17
1.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CANELA.....	18
1.3 PROPRIEDADES DA CANELA.....	19
1.4 ÓLEOS VEGETAIS.....	21
1.5 ÁCIDOS GRAXOS.....	22
1.6 OS METAIS E A ALIMENTAÇÃO.....	24
1.7 ACETILCOLINESTERASE.....	25
1.7.1 Acetilcolina.....	66
2 OBJETIVOS.....	27
2.1 OBJETIVO GERAL.....	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
3 MATERIAL DE MÉTODOS.....	28
3.1 COLETA, EXSICATA E PROCESSAMENTO.....	28
3.2 EXTRAÇÕES POR SOXHLET.....	29
3.3 PONTO DE FUSÃO.....	31
3.4 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO DA REGIÃO INFRAVERMELHO.....	32
3.5 ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO ÓPTICA POR PLASMA ACOPLADO INDUTIVAMENTE.....	3 2
3.6 CROMATOGRAFIA GASOSA.....	33
3.7 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE HIDROGÊNIO.....	33
3.8 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS POR RMN ¹ H..	34
3.9 ENSAIO BIOLÓGICO.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
4.1 EXTRAÇÃO E RENDIMENTO DA AMOSTRA.....	39
4.2 TEOR DE UMIDADE DA MSC.....	39

4.3 TEMPERATURA DE FUSÃO.....	40
4.4 IDENTIFICAÇÕES DOS GRUPOS FUNCIONAIS ATRAVÉS DO INFRAVERMELHO.....	40
4.5 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS POR ICP-OES.....	42
4.6 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÕES DE ÁCIDOS GRAXOS EM MSC POR CROMATOGRAFIA GASOSA.....	4 3
4.7 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA MSC POR RMN ¹ H.....	47
4.7.1 Índice de Acidez.....	48
4.7.2 Índice de Saponificação e Massa Molecular Média.....	48
4.8 TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS POR RMN ¹ H E CG.....	48
4.9 ENSAIO BIOLÓGICO.....	49
5 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

No início da existência humana já se utilizavam ervas para fins medicinais e na alimentação, antes mesmo do aparecimento da escrita, investigando as espécies vegetais mais apropriadas para sua alimentação ou para cura de suas doenças nos- nos ancestrais foram descobrindo as que serviam para se alimentar, se curar, as que eram venenosas e as alucinógenas. Um tratado médico escrito pelo imperador chinês Shen Wung datado de 3.700 antes de Cristo é um dos mais antigos documentos conhecidos sobre as propriedades medicinais das plantas. Os egípcios, 1.500 antes de Cristo, já utilizavam ervas aromáticas na medicina, na culinária e, principalmente, em suas técnicas para embalsamamento dos seus mortos. Na Mesopotâmia os povos sumérios possuíam raríssimas receitas, as quais ficavam guardadas a sete chaves pelos feiticeiros e sábios. Na Índia, nos anos 1.000 antes de Cristo, a prática de manipulação de erva estava muito presente e era muito difundida (GASPAR, 2009).

No Brasil, as propriedades de plantas medicinais representam um dos maiores legados da cultura indígena, a sabedoria tradicional passada de geração a geração estão presente até hoje é tanto que o índio detém até o conhecimento da flora medicinal, fazendo uso dos mais diversos remédios, manipulando de diferentes formas. Suas práticas de curar e prevenção estão ligadas diretamente com o modo de perceber a doença e suas causas, através de seus curandeiros e pajés dentro dos seus misticismos (GASPAR, 2009).

Uma das plantas mais antiga conhecida e considerada símbolo da sabedoria na Antiguidade é a canela, já foi objeto de muita procura na Europa, período que gerou muitos lucros a seus comerciantes apresentou-se como um dos produtos de maior importância na balança comercial. Entre os séculos XVI e XVIII, a especiaria teve sua venda disputada por portugueses, holandeses e ingleses. Os três povos europeus ocuparam, sucessivamente, a ilha asiática de Sri-Lanka (ex-Ceilão), apontada, junto com Mianmar (ex-Birmânia) e Índia, como berço de origem da planta. Os jesuítas foram os responsáveis pela introdução da canela no Brasil, onde as condições de solo e o clima tropical da costa brasileira (mata atlântica) favoreceram sua adaptação (PINTO, 1999).

O objeto de estudo deste trabalho foi estudar o óleo da semente da canela (*Cinnamomum zeylanicum* Nees), através da cromatografia gasosa, ressonância magnética nuclear de hidrogênio, infravermelho, espectroscopia de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado e ensaio biológico, com a finalidade de promover o aproveitamento de seus recursos naturais já existentes, buscando promover o desenvolvimento sustentável, integrando povos e floresta, incentivando o extrativismo sustentável e o uso cientificamente comprovado de seus recursos.

1.1 CANELA

Chamada cientificamente de *C. zeylanicum* Nees, é popularmente conhecida como caneleira-da-Índia ou caneleira-do-Ceilão, planta que tem sua origem no Ceilão, na Birmânia e na Índia difundindo-se pelo mundo inteiro, especialmente nas zonas tropicais possui registro muito antigo de sua existência. Estudos apresentam propriedades medicinais, fitoterápicas e culinárias são comercializados, em rama, raspas, pó e folhas são utilizadas na culinária e na fabricação de bebidas, medicamentos, perfumes e sabonetes (PINTO, 1999).

Árvore de ciclo perene atinge de 8 a 9 metros de altura, seu tronco alcança cerca de 35 centímetros de diâmetro, é uma árvore tropical que requer cerca de 1300 mm de chuva por ano e temperatura média anual superior a 21°C multiplica-se através de sementes que apresentam fácil poder de germinação. Existem outras espécies do gênero como é o caso da *C. cassia*, variedade que também produzem matéria prima semelhante à da canela (PINTO, 1999).

Dada as suas propriedades aromáticas e o seu uso pelos povos antigos, muitos estudos científicos foram realizados para determinar suas propriedades e Muitos resultados foram obtidos, diversos medicamentos fitoterápicos foram desenvolvidos ao longo de sua história, várias aplicabilidades foram empregadas devido ao seu sabor e aroma seja como coadjuvante seja como ingrediente principal. Todos os estudos voltados para a canela foram desenvolvidos em cima das suas folhas, de seus ramos e de suas cascas (CORRÊA, 1984).

A canela desenvolve-se a pleno sol, pode servir como sombra para culturas de espécies medicinais de baixo porte. Requer solos de fertilidade mediana a alta,

com boa drenagem, profundos e com bom teor de matéria orgânica, responde a adubação orgânica para produção de folhas e cascas. Pouco exigente quanto à irrigação, podendo ser cultivada em sequeiro. No Brasil é encontrada em todo país com concentração maior nas áreas de mata atlântica (PINTO, 1999).

No estado de Roraima não existe plantio de canela com finalidades comerciais suas plantações se resume a cultivo familiar conforme dados do IBGE, (2014).

1.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DA CANELA

A canela pertence à família Lauraceae, do gênero *Cinnamomum* compreende cerca de 250 espécies, com as três principais espécies de interesse *C. zeylanicum*, *C. cassia* Blume e *C. camphora*. A canela tem efeitos biológicos, tais como analgésico, é anti-séptico, antiespasmódico, afrodisíaco, adstringente, carminativo, hemostático, inseticida e parasiticida (PINTO, 1999). Quanto à classificação científica, Tabela 01, e o seu nome científico (*C. verum* ou *C. zeylanicum*), que é de origem grega e é chamado *Kinnamomom*.

Tabela 01 - Descrição Taxionômica da canela

Reino	Plantae
divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
ordem	Lurales
Familia	Lauraceae
Gênero	<i>Cinnamomum</i>
Espécie	<i>Zeylanicum</i>
Nome	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>

Fonte: Goetz (2012).

Assim como a árvore do louro, a canela é perene e pertence a mesma família, sua estatura pode chegar até 15 metros de altura, embora as formas cultivadas normalmente alcançam uma estatura média de 10 metros. Os ramos são o dobro os

quais são muito aromáticos. As folhas são ovadas até 18 cm de comprimento, com três costelas bem marcadas, coriáceas, acuminado, perfumado com borda lisa, o feixe quando jovem é avermelhado, tornando-se verde inferior verde brilhante e pálido na maturidade. No período da floração ela exala um aroma adstringentes As flores são de cores agradáveis, em penículas, branca ou vermelhas claras. Seus frutos quando maduros apresentam Preto azulado ou marrom arroxiado, em formato amendoado medindo um e meio centímetro de comprimento por um centímetro de diâmetro, apresenta um sabor muito picantes travoso (RANASINGHE, 2013), conforme Figura 01.

Figura 01 - a) Árvore b) Flor e c) Frutos da Canela

a) **Árvore**



b) **Flores**



c) **Frutos**



Fonte: Autor.

1.3 PROPRIEDADES DA CANELA

Em relação a canela sua composição química apresenta um rico e variado acervo ao qual apresentaremos abaixo:

- Ácidos ascórbico, ácido palmítico: p - cumérico (casca);
- Terpenos: α -pineno, α -terpineno. α -Ylangeno, β -pineno, cambeno, cariofileno, limoneno, linalo (casca); α -cumarinas (casca);

- Óleo essencial, rico em benzaldeído (planta no geral) eugenol, farsenol, γ -terpineol, geraniol, isoeugenol, cariofileno, fenilpropenal (cinâmico aldeído) nas casca;
- Furfural (casca); cânfora (casca); fiber (casca); taninos (folhas);
- Produtos mucilaginosos sacarose; vanilla (casca).

Minerais encontrados: Boro, cálcio, ácido clorídrico cone, cloro, cobre, cobalto, cromo, estrôncio, fósforo, ferro, manganês, níquel, chumbo, potássio, de sódio, de iodo (tronco e cales) e vitaminas encontradas (vitamina C, niacina, tiamina) (PEREIRA G. I. S. et. al, 2003).

A indústria usa canela, devido às suas propriedades antifúngicas e antibacterianas, tornando-se parte da composição de muitos produtos relacionados com a higiene bucal (creme dental, enjaugues boca, etc). Em farmácia o óleo essencial é usado na composição de xarope para a gripe e catarro para *sprays* nasais e indústria alimentar utiliza o óleo essencial para a preservação de alimentos e seu rico aroma e sabor e cheiro de muitas preparações, incluindo refrigerantes, tais como colas, goma ou várias bebidas alcoólicas, assim como, sua fragrância é muito apropriada na indústria de perfumes, sendo usados no fabrico de perfumes, sabões e shampoo (ANDRADE M. A. et al., 2012)

Como óleo de canela é um líquido de cor amarelada ou acastanhada que escurece e engrossa ao longo do tempo ou por exposição prolongada ao ar. O seu odor e sabor são característicos, sendo pouco solúvel em água e bastante solúvel em álcool e ácido acético glacial (PINTO, 1999).

O óleo pode ser extraído a partir da folha, caule ou raiz, o que leva às diferenças nas características de aroma, sabor e principalmente composição química. O mais comum é o uso na perfumaria em favorizantes, indústria alimentar, farmacêutica, composições para dentistas e bebidas, entre outros produtos, ainda caracterizado por ter um sabor doce, picante e poderoso. De acordo com a FAO (2006), óleo de folha de canela (*C. zeylanicum*) como o componente principal contém 75-85% de eugenol, que apresenta elevada actividade antibacteriana e cinamaldeído 5%, o que contribui o seu carácter aromático e propriedades antimicrobianas (RANASINGHE, 2013).

A sua utilização terapêutica é como carminativa. O óleo essencial diluído é aplicado à pele na forma de massagem, para melhorar a circulação capilar. Tem sido relatado como um excelente bactericida, antifúngica, antiviral, ascaricida, nematicida, inseticida e placa dentária bacteriana. Também tem sido mostrado para inibir fungos óleo essencial das vias respiratórias, tais como *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. nidulans*, *A. falvus*, *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. pseudotropicalis* e *H. capsulatum* (MENDONÇA, 2004).

O óleo da canela (*C. zeylanicum*) também apresenta efeito antifúngico, uma vez que diferentes óleos essenciais estudados como óleo de cravo (*Syzygium aromaticum*), e tomilho (*Thymus vulgaris*) e outros como hortelã, alho, limão e eucalipto, observando que os três últimos óleos inibem o crescimento micelial e conídios esporulação *C. gloeosporioides*, em concentrações de 200, 250 e 300 mg / mL. Ela do mesmo modo, possui um efeito inibitório sobre o crescimento de *F. oxysporum*. Observada com os mesmos óleos e as mesmas concentrações (GARCIA et al., 2006).

Segundo Ranasinghe (2013), vários autores têm relatado a atividade antifúngica de óleos essenciais e seus compostos. ao avaliar óleos essenciais contra espécies de fungos patogênicos, demonstrou que os óleos essenciais foram eficazes contra as espécies de fungos. A atividade antifúngica neste trabalho foi fortemente associada com fenóis monoterpênicos, especialmente timol, carvacrol e eugenol. Em outro estudo, testaram os óleos essenciais de cravo e da canela em *F. proliferatum* que apresentou inibição no crescimento do fungo sendo caracterizado como um anti-fungico.

1.4 ÓLEOS VEGETAIS

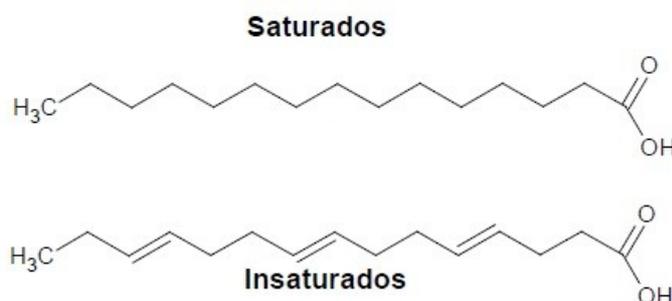
Os óleos vegetais são constituídos na sua maioria de triglicerídeos e na minoria de fosfolípidios e vários outros tipos de hidrocarbonetos (TOSCANO; MALDINI, 2007). As características físico-químicas de um óleo vegetal podem variar de acordo com a composição de ácidos graxos que compõem os triglicerídeos (LIMA, 2011). Os triglicerídeos são as principais gorduras da dieta humana (SMITH; MARKS; LIEBERMAN, 2007). As gorduras são consideradas a maneira mais eficiente de arma-

zenar energia nos seres vivos (MAZZOCO; TORRES, 2010), sendo liberados durante o jejum e servem como substrato energético para o organismo. Os triglicerídeos são ainda, armazenados como óleo nas sementes de vários tipos de plantas, fornecendo energia e precursores biossintéticos durante a germinação da semente (NIELSON; COX, 2011).

1.5 ÁCIDOS GRAXOS

Segundo Carmo (2009) são denominados ácidos graxos, os ácidos carboxílicos com cadeia carbônica longa. Os ácidos graxos diferem entre si pelo número de carbonos da cadeia e também pelo número de insaturações, além disso, as grandes maiorias dos ácidos graxos naturais não apresentam ramificações e contêm um número par de carbonos devido à rota bioquímica de síntese. Usualmente, as ligações duplas apresentam-se como isômero *cis* e quando o ácido é poli-insaturado, ou seja, tem mais de uma ligação dupla na cadeia, existe um carbono com hibridação *sp*³ entre as ligações duplas. Os principais ácidos graxos existentes na natureza estão presentes na maioria dos óleos e gorduras (MARTIN, 2006), Figura 02.

Figura 02 - Estrutura de ácidos graxos saturados e insaturados



Fonte: Melo (2012).

Na natureza, diversos compostos diferem dos ácidos graxos usuais por apresentarem diferenças estruturais significativas. Alguns desses ácidos graxos são menos comuns. Por exemplo, o óleo de tungue (*Aleurites fordii*), requisitado pelo mundo das tintas e vernizes, possui como principal ácido graxo o ácido α -

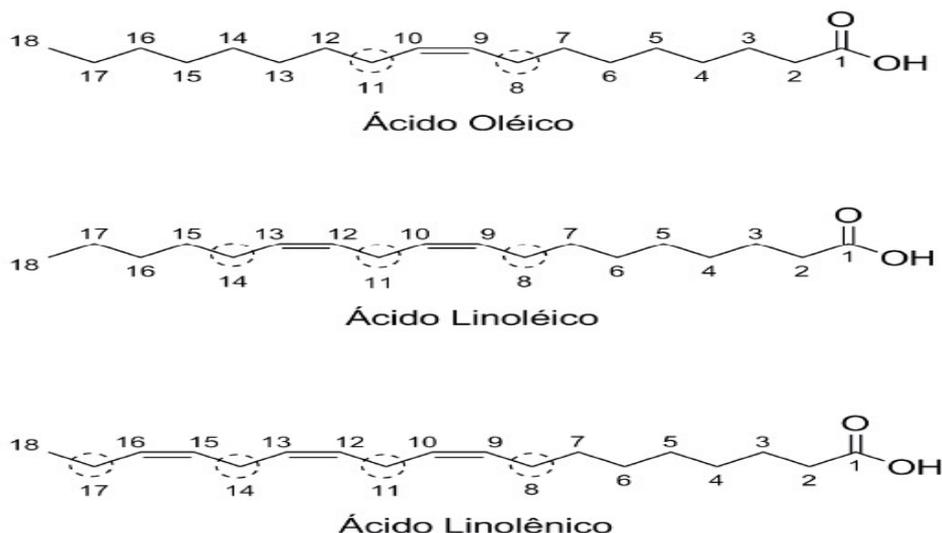
oleosteárico, com 3 ligações duplas conjugadas, sendo uma com isomeria *cis* e as outras duas *trans* (O'CONNOR, 1947).

Os ácidos graxos possuem de 4 a 24 átomos de carbono, são divididos em cadeias curtas (4 a 6 átomos de carbono), em cadeias médias (8 a 12 átomos de carbono) e de cadeias longas (acima 12 átomos de carbono). Além do tamanho da cadeia de carbono, os ácidos graxos são em números e em posições das duplas ligações. Quase todos possuem número par de átomos de carbono. Os mais abundantes são os que possuem 16 carbonos ou 18 carbonos, o palmítico e esteárico, respectivamente. Os de cadeias curtas são mais abundantes na gordura de coco (MARTIN, 2006).

Alguns ácidos graxos como palmítico e mirístico elevam os níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol), em maior proporção o ácido esteárico. O ácido láurico em alta concentração pode promover hipercolesterolemia, sendo quase que sempre encontrado em menor quantidade que o ácido palmítico e mirístico (LIMA et al., 2000) são os chamados colesterol.

O HDL (lipoproteína de alta densidade), o LDL (lipoproteína de baixa densidade) e o VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade). Todos estes tipos de colesterol necessitam estar em equilíbrio, pois, possuem grande importância para a proteção dos vasos sanguíneos. O problema principal reside no LDL elevado, pois este leva o colesterol para a circulação, permitindo o seu depósito nas paredes das artérias, sendo, por este motivo, conhecido como “colesterol ruim” ou “mau colesterol (LIMA et al., 2000).

Segundo Carmo (2009), os ácidos graxos foram vistos, até o início do século XX, excepcionalmente como uma forma eficiente de armazenar energia, podendo ser digerido pelo organismo a partir de proteínas e carboidratos. Desde então, várias evidências apontaram que, dieta pobre em ácidos graxos sempre esta associada a síndromes que podem levar a morte. Criou-se então o conceito de ácidos graxos essenciais - ácidos graxos imprescindíveis ao organismo, que não podem ser sintetizados pelo mesmo, quando se trata de ácidos graxos poliinsaturados (ω -3, ω -6 e ω -9), sem os quais nosso organismo não funciona adequadamente, portanto, devem ser oferecida na alimentação (TAKAHASHI, 2007), Figura 03.

Figura 03 - Ácidos graxos poliinsaturados (ω -3, ω -6 e ω -9)

Fonte: Melo (2012).

Os ácidos graxos (ω -3, ω -6 e ω -9) são antiinflamatórios, antitrombóticos, antiarrítmicos e diminuem as gorduras do sangue, tendo propriedades vasodilatadoras. Esses efeitos favoráveis foram demonstrados na prevenção de doenças cardiovascular, da hipertensão, da diabetes tipo 2, da artrite reumática entre outras (FAGUNDES, 2002).

1.6 OS METAIS E A ALIMENTAÇÃO

Quando falamos dos metais e de suas atividades no corpo humano destaca-se o cálcio, presente no esqueleto e nos dentes, na forma de $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, o sódio e o potássio na membrana celular esta ligado as funções osmóticas, e o ferro está intimamente ligado a hemoglobina, responsável pelo transporte e absorção de oxigênio no sangue é importante destacar, ainda, vários outros metais, sem os quais a vida humana não existiria. Entre eles estão cromo, manganês, cobalto, níquel, cobre e molibdênio, envolvidos em processos metabólicos que regulam a produção de energia e bom funcionamento do corpo humano (MASSABNI, 2006).

A ausência de íons metálicos pode ocasionar sérias doenças ao organismo humano, pois, são responsáveis por muitas das funções vitais, a ausência deles podem provocar doenças tais como: anemia, por deficiência de ferro; diminuição do crescimento de crianças, por falta de zinco; e má formação óssea em crianças e a

osteoporose nos idosos, por falta de cálcio. Alguns metais e semi-metais, por sua vez, quando presentes no organismo humano, podem causar intoxicações. Com é o caso dos metais pesados como o mercúrio chumbo arsênio e o cádmio (MASSABNI, 2006).

Segundo Massabni (2006), é importante ressaltar que substâncias estão em contínuo estado de movimentação, sendo formadas e consumidas a velocidades que variam de frações de segundos até anos, grande parte dos elementos químicos da tabela periódica estão presentes no organismo humano desempenhando diferentes funções. Segundo Massabni (2006), um homem adulto, de 70kg, apresenta em seu organismo cerca de 7kg de hidrogênio, 12,6kg de carbono, 2,1kg de nitrogênio, 45,5kg de oxigênio (este é o elemento químico mais abundante no nosso corpo), 700g de fósforo, 175g de enxofre, 105g de sódio, 140g de potássio, 1,0kg de cálcio, 35g de magnésio, 2,3g de zinco e 4,2g de ferro. Convém salientar que estes elementos aparecem combinados nas mais diversas substâncias em quantidades e concentrações variadas.

A determinação de baixas concentrações de metais e metalóides requer uma utilização de técnicas suficientemente sensíveis e versáteis. A fim de satisfazer essas necessidades, a espectroscopia de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) pode ser utilizada, por apresentar boa sensibilidade, fazer medições precisas e exatas, proporcionando baixos limites de detecção. Essas características são essenciais para obtenção de resultados satisfatórios em determinações analíticas (PETRY; SKOOG, 2005).

1.7 ACETILCOLINESTERASE

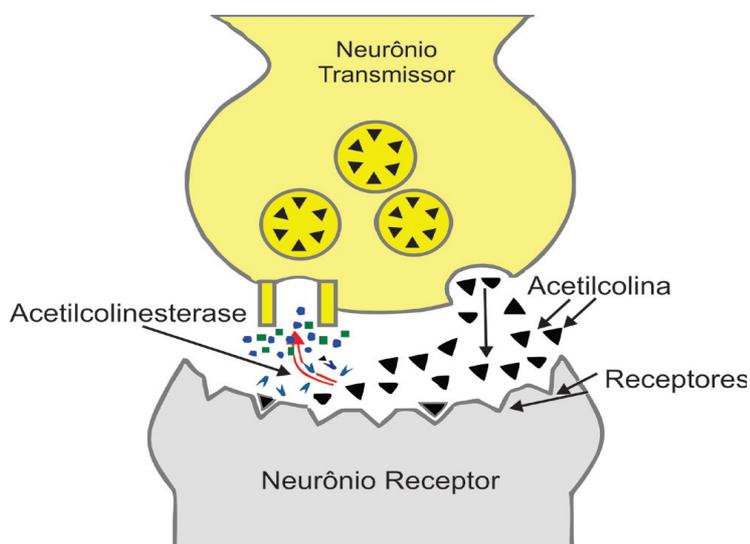
A acetilcolinesterase (AChE) é uma enzima da família das colinesterases, sendo responsável pela finalização da transmissão dos impulsos nervosos nas sinapses colinérgicas pela hidrólise do neurotransmissor acetilcolina (ACh). Ela permanece armazenada em vesículas sinápticas e, quando um impulso nervoso chega ao axônio terminal, é liberada pelo neurônio para a região sináptica, onde é atraída pelos receptores colinérgicos que estão localizados próximo dos neurônios (MOTA, W. M.; et. al 2012).

1.7.1 Acetilcolina

É um dos principais compostos responsáveis pela sinalização do nervo para o músculo, nas denominadas junções neuromusculares, a Acetilcolina (ACh) e encontrada em vertebrados e artrópodes, além de atuar no sistema nervoso periférico (SNP) desempenha importante função no sistema nervoso central (SNC) que está relacionada a memória e a aprendizagem (VINUTHA et al., 2006).

A ACh é um neurotransmissor formado na região terminal dos neurônios, chamada de axônio terminal (Figura 04). (ELLMAN, 1967) Ela permanece armazenada em vesículas sinápticas e, quando um impulso nervoso chega ao axônio terminal, é liberada pelo neurônio para a região sináptica, onde é atraída pelos receptores colinérgicos que estão localizados no próximo neurônio. Quando a ACh interage com os receptores regenera o impulso nervoso no neurônio, levando assim a continuidade da transmissão.

Figura 04 - Esquema do processo de transmissão e controle nervoso nas sinapses



Fonte: Petronilho (2011).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar através das análises as propriedades físico-químicas, caracterizar os metais e fazer o ensaio biológico para inibição do acetilcolinesterase na semente da canela (*C. zeylanicum*) Lauraceae.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o óleo da semente da canela.
- Identificar as bandas de absorção características dos grupos funcionais ácidos graxos.
- Identificar e quantificar os ácidos graxos Na semente da canela.
- Determinar as propriedades físico-químicas.
- Caracterizar e quantificar os metais existentes na semente da canela.
- Realizar ensaio biológico para determinação de atividade de inibição da enzima Acetilcolinesterase.

3 MATERIAL DE MÉTODOS

3.1 COLETA, EXSICATA E PROCESSAMENTO

A coleta da planta para identificação morfológica foi realizada no município de Boa Vista, perímetro urbano, Brasil, Roraima, Boa Vista, bairro Caimbé, rua Jorge Fraxe Nº 1092, coordenadas geográficas, 2°49'46" N, 60°43'11" W, sendo identificada pelo Senhor José Ramos, como sendo *Cinnamomum zeylanicum* Nees, tendo como nome vulgar canela, pertencente a família da Lauraceae, árvore de 7 m de altura apresentando flores brancas e frutos roxos, ficando uma exsicata depositada no herbário do INPA sob Nº 268121, Figura 05.

Figura 05 - Identificação da canela no INPA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DE AMAZONIA		
Plantas – Roraima		
INPA Nº 268121		
LAURACEAE	nome. vulgar: canela	
<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Nees		
Det: Ramos, J.F.	abril 2015	
Arvore de 7m de altura. Flores brancas. Frutos roxos		
Brasil, Roraima, Boa Vista, Jorge Fraxe 1092		
Localização: 2°49'46" N, 60°43'11" W Alt: 800m		
Ribeiro, P.R.E.	com: Filho, A.A.M.; Santos, R.C. dos; Melo, A.C.G.R. de	
		

Fonte: Autor.

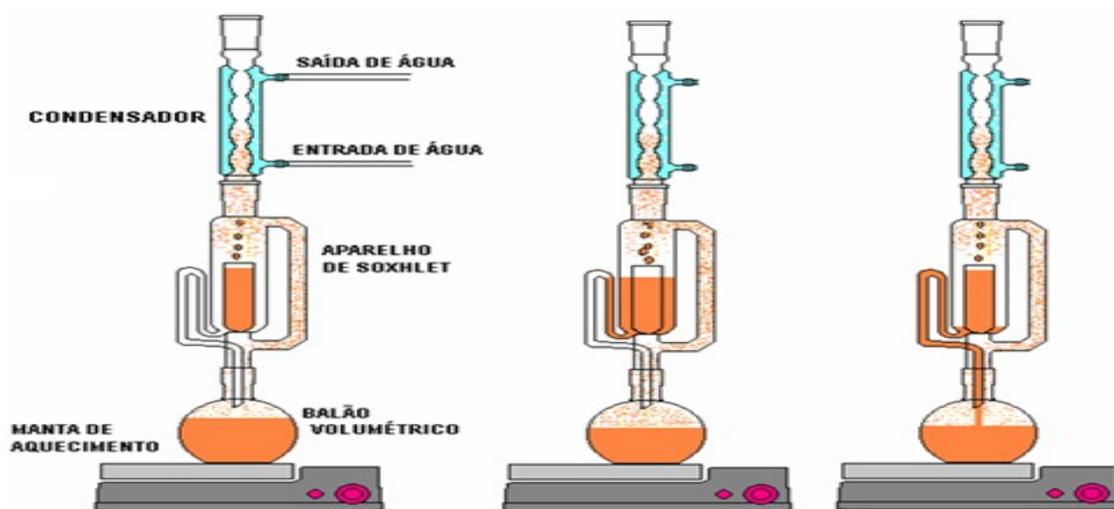
As amostras foram coletadas e efetuaram-se processos de higienização em água corrente, imediatamente, colocada para secar em temperatura ambiente por quarenta e oito horas e depois secas em estufa com circulação de ar a 50 °C por 48 horas sendo pesadas a cada 24 horas e registradas as diferenças de peso para determinação da umidade. Após a secagem e completa a estabilização (eliminação de água). Os materiais foram liquidificados em liquidificador doméstico de copo em acrílico e paletas de corte em aço inox, logo após o estado de pó foi homogeneizada

em peneira (tamis) em aço inox com medida granulométrica de 20-40 Mesh, em seguida o pó foi pesado e armazenado.

3.2 EXTRAÇÕES POR SOXHLET

Para este processo foram utilizados balões de fundo redondo contendo hexano como solvente, Tabela 02, um condensador, três chapas aquecedoras e a vidraria Soxhlet em cujo interior foram colocados os cartuchos contendo as amostras, Figura 06. A vantagem deste método é o fato da amostra e o solvente estarem em contato contínuo, além disso, o solvente utilizado para a remoção do óleo poderá ser recuperado, através do rotaevaporador e reutilizado. Uma das desvantagens deste método é que requer muito tempo de extração, podendo variar de 3 a 8 horas dependendo da matéria-prima (MORETTO et al., 2008).

Figura 06 - Sistema de extração à quente



Fonte: Gastaldi (2010).

Tabela 02 - Propriedades físico-químicas do solvente hexano

Propriedades	Hexano
Fórmula Química	C_6H_{14}

Fórmula molecular	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$
Densidade relativa (g.mL^{-1})	0,66
Ponto de ebulição	63 – 69 °C
Ponto de fusão	< – 95 °C
Massa molecular (g.mol^{-1})	86,18

Fonte: Teves (2003).

A extração do óleo da semente da canela foi realizada em triplicata, usando o sistema Soxhlet e solvente hexano, conforme procedimento a seguir: a) Inicialmente, o material sólido creme armazenado em frasco âmbar foi pesado em triplicata e colocado em três cartuchos; b) Os cartuchos foram colocados nos Soxhlet e juntamente com os balões de 1000 mL contendo 500 mL de hexano; c) Os sistemas foram colocados em chapas aquecedoras, aquecendo até o ponto de ebulição do solvente (65 °C); d) O sistema foi desligado após seis horas de extração, resfriando a temperatura ambiente em seguida filtrado e logo após iniciou-se o sistema de separação do solvente e do óleo de canela, através de sistema de rota-evaporação; e) Foram pesados e tarados três frascos âmbar e em seguida adicionado às três amostras roto-evaporadas e f) O excesso de hexano foi eliminado através de nitrogênio gasoso, por fim, foram feitas as três pesagens. Estas amostras foram guardadas, em atmosfera de nitrogênio, para posteriores análises.

3.3 PONTO DE FUSÃO

O ponto de fusão da amostra sólida foi obtido através do aparelho digital de marca MQAPF, modelo 302, do Laboratório de Produtos Naturais do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRR. O procedimento deu-se da seguinte forma:

A amostra foi colocada em lâminas de vidro e levada ao equipamento para obtenção do seu ponto de fusão.

O processo foi determinado tendo como início a uma temperatura de 27 °C e aquecido numa escala de 1 °C, a cada 2 s até atingir a temperatura de fusão da amostra, Figuras 07 e 08.

Figura 07 - Início da fusão



Figura 08 - Término de fusão



Fonte: Autor.

3.4 ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO DA REGIÃO INFRAVERMELHO

As amostras foram analisadas na região do Infravermelho utilizando-se espectrofotômetro IRPrestige-21 Fourier transform spectrophotometer - SHIMADZU

do Programa de Pós-Graduação em Química, Núcleo de pesquisa e Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Roraima, utilizando-se pastilhas de KBr na proporção de 1:100 acoplados a um suporte universal para fixação de janelas retangulares. Para esta análise foi utilizada a seguinte condição:

- Modo de medição: Absorbância;
- Numero de scans: 16;
- Resolução: 4 cm^{-1} ;
- Faixa de comprimento de onda: 4000- 400 cm^{-1} .

3.5 ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO ÓPTICA POR PLASMA ACOPLADO INDUTIVAMENTE - (ICP OES, Radial)

A digestão das amostras foi realizada utilizando ácido nítrico concentrado e peróxido de hidrogênio a 30%, sob aquecimento em forno de micro-ondas. A identificação e quantificação dos metais foram realizadas através de Espectrômetro Ótico de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES, Radial) da marca Spectro, modelo Arcos, da Central Analítica da Universidade Estadual de São Paulo - USP. Sob as seguintes condições, Tabela 03.

Tabela 03 - Parâmetro para análise da MSC por ICP-OES

Parâmetro	Valor usual
Potência aplicada	1400 W
Radiofrequência do gerador de RF	27,12 MHz
Vazão do gás do plasma	12 L min ⁻¹
Vazão de o gás auxiliar	1 L min ⁻¹
Vazão do gás de nebulização	0,85 L min ⁻¹
Vazão de introdução de amostra	0,85 L min ⁻¹
Velocidade da bomba	30 RPM

3.6 CROMATOGRAFIA GASOSA

Cerca de 12 mg da amostra foi dissolvida dentro do tubo criogênico de 2,0 mL em 100 μL de uma solução de etanol (95%)/hidróxido de potássio a 1 mol/L (5%).

Em seguida foi colocando no vórtex durante 10 s. O óleo foi hidrolisado em forno microondas doméstico (Panasonic Piccolo) a 80 W durante 5 min. Após arrefecimento, foram adicionados 400 µL de ácido clorídrico a 20%, uma ponta de espátula de NaCl (aproximadamente 20 mg) e 600 µL de acetato de etila. Depois de rotação durante 10 s descanso para 5 min. Uma alíquota de 300 µL da camada orgânica foi removido, colocado em tubos de microcentrífuga, secou-se por evaporação, obtendo-se, assim, de ácidos gordos livres. Subsequentemente, os ácidos gordos livres foram metilados com 100 µL de BF₃/metanol (14%), por aquecimento durante 10 min em banho-maria a 60 °C. Estas amostras foram diluídas em 400 µL de metanol e analisadas por cromatografia a gás.

As análises foram realizadas num cromatógrafo a gás HP7820A (Agilent) equipado com um detector de ionização de chama. Como programa de aquisição de dados foi utilizado EZChrom Elite Compact (Agilent). Coluna HPINNOWAX 15m x 0,25 mm x 0,20 µm (HP) foi usado com um gradiente de temperatura: 120 °C, 7 °C 0 min/até 240 °C máximo; injector (Split 1/50) detector a 250 °C e 260 °C. O hidrogênio foi utilizado como gás de arraste (3,0 mL/min) e volume de injeção de 1 µL. A identificação dos picos foi realizada por comparação com os padrões de ácidos gordos C14-C22 metilados FAME (Supelco cat no 18917).

3.7 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE HIDROGÊNIO – RMN ¹H

A amostra foi solubilizada em 0,6 mL de clorofórmio deuterado, CDCl₃, usando como padrão interno trimetilsilano (TMS) e seus espectros de RMN ¹H (500 MHz) foram obtidos utilizando-se um espectrômetro de RMN de 11,7 Tesla, da Central Analítica da Universidade Estadual de São Paulo, sob as seguintes condições: para os núcleos de hidrogênio-1 foram utilizados os seguintes parâmetros de aquisição: pulso: 30°, tempo de relaxação: 1 s, tempo de aquisição: 5,452 s, largura de varredura: 6.009,6 Hz, largura da linha: 0,1 Hz. Foram acumuladas 127 repetições para cada decaimento induzido livre (FID) com um tempo total de 15,34 s.

O espectro de RMN ¹H e as integrações foram processadas utilizando-se software livre SpinWork 4.2.0.

3.8 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS POR RMN ¹H

Para determinação das propriedades físico-químicas foi usado as equações (1- 8), de acordo Reda (2004) e Reda e Carneiro (2006):

$$A_p \text{ (área próton)} = (i+h)/4 \quad (1)$$

$$T \text{ (hidrogênio total)} = [(k+j+i+h+g+f+e+d+c+b+a)/A_p] \quad (2)$$

$$MM \text{ (massa molecular glicerol)} = 119,70 + 7,036T + 5,983V \quad (3)$$

$$V \text{ (total vinil)} = [(k+j) - A_p]/A_p \quad (4)$$

$$R_{o,a} \text{ (relação olifínico/alifático)} = V/(a+b) \quad (5)$$

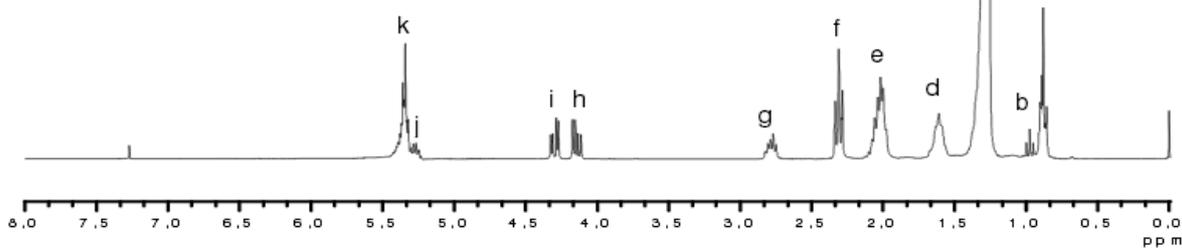
$$\text{Índice de Iodo} = 126,91 \cdot 100 \cdot V/MM \quad (6)$$

$$\text{Índice de acidez} = 3,0597 \cdot (R_{o,a})^2 - 6,3181 \cdot (R_{o,a}) + 3,3381 \quad (7)$$

$$\text{Índice de Saponificação} = 398,42 - (M_w \cdot 0,2358) \quad (8)$$

O cálculo de cada variável, das equações (1-8) é obtido através da integração de cada sinal, conforme a Figura 09, que representa um espectro de RMN ¹H genérico dos óleos vegetais e a Tabela 04, nos mostra as principais atribuições dos sinais RMN ¹H característicos com seus respectivos deslocamentos.

Figura 09 - Espectro de RMN de ¹H genérico de óleo vegetal



Fonte: Reda (2006).

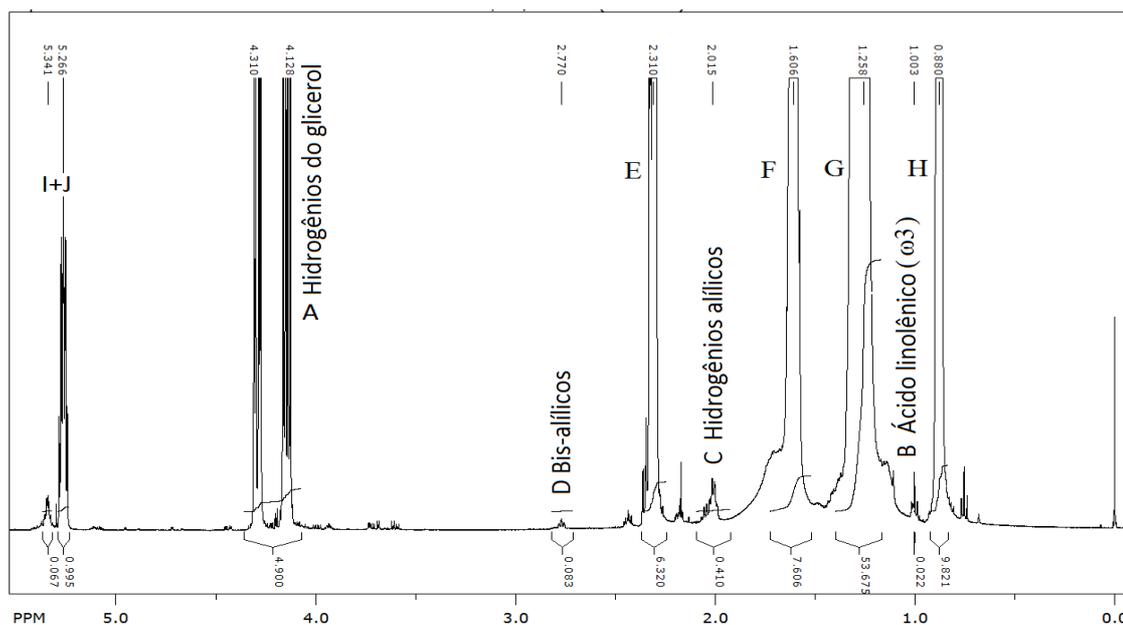
Tabela 04 - Atribuição dos sinais do espectro de RMN de ^1H genérico de óleo vegetal

Sinal	Deslocamento (δ) ppm	Próton (H)	Grupo funcional
A	0.83 - 0.93	$-\text{CH}_3$	Prótons metílicos
B	0.93 - 1.03	$-\text{CH}_3$	Prótons metílicos do ácido linolênico
C	1.22 - 1.42	$-(\text{CH}_2)_n-$	Prótons metilênicos dos ácidos graxos do triacilglicerol
D	1.52 - 1.70	$-\text{OCO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Prótons beta-carboxílicos
E	1.94 - 2.14	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$	Prótons alílicos externos
F	2.23 - 2.36	$-\text{OCO}-\text{CH}_2-$	Prótons alfa-carboxílicos
G	2.70 - 2.84	$=\text{HC}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{}$	Prótons alílicos internos
H	4.10 - 4.25	$-\text{CH}_2\text{OCOR}$	Prótons metilênicos do glicerol
I	4.25 - 4.32	$-\text{CH}_2\text{OCOR}$	Prótons metilênicos do glicerol
J	5.20 - 5.26	$>\text{CHOCOR}$	Próton H-2 metilênico do glicerol
K	5.26 - 5.40	$-\text{CH}=\text{CH}-$	Prótons olefínicos

Fonte: Reda (2006).

A Figura 10, apresenta a quantificação do teor de ácidos graxos insaturados (ω -3, ω -6, e ω -9) foi determinada através das integrais dos hidrogênios A, B, C e D do espectro de RMN ^1H , e as equações (9 – 19), segundo Garcia (2006).

Figura 10 - Espectro de RMN ^1H com integração dos ácidos graxos da canela desta pesquisa



Fonte: Autor.

A quantificação do teor de ácidos graxos insaturados linolênico (ω -3), linoleico (ω -6) e oleico (ω -9) foi determinada através das integrais dos hidrogênios A, B, C e D do espectro de RMN ^1H , Figura 10 e as equações (9 - 19), segundo Garcia (2006):

$$\% \omega\text{-3 (18:3)} = [(B \div A) \div 2,25] \times 100 \quad (9)$$

Os hidrogênios D (bis-álílicos) estão presentes nos ω -3 e ω -6, logo o sinal D é uma soma (hidrogênios D do ω -3 ($D_{\omega\text{-3}}$) e hidrogênios D do ω -6 ($D_{\omega\text{-2}}$), Equação 10:

$$D = D_{\omega\text{-3}} + D_{\omega\text{-6}} \quad (10)$$

Sabendo da porcentagem de ω -3 determinou-se a razão entre a parte da integral do sinal D referente ao ω -3 e a integral dos hidrogênios A, Equação 11:

$$R_{D\omega-3}/A = [(\% \omega-3) \times 3] \div 100 \quad (11)$$

Com a Equação 12 encontrou-se $D_{\omega-3}$ (parte da integral do sinal D referente ao ω -3):

$$D_{\omega-3} = (R_{D\omega-3}/A) \times A \quad (12)$$

Substituindo-se $D_{\omega-3}$ na Equação 10 e conhecendo D (integral do sinal D no espectro de RMN- 1 H) encontramos a parte da integral do sinal D referente ao ω -6 ($D_{\omega-6}$). A partir da $D_{\omega-6}$ calculou-se, pela Equação 13, a porcentagem de ω -6 presente em óleos vegetais.

$$\% \omega-6 (18:2) = [(D_{\omega-6} \div A) \div 1,5] \times 100 \quad (13)$$

Os hidrogênios C (alílicos) estão contidos nos três ácidos graxos insaturados (ω -3, ω -6 e ω -9). Assim, o sinal C é uma soma dos sinais correspondentes aos hidrogênios alílicos C presentes no ω -3 ($C_{\omega-3}$), no ω -6 ($C_{\omega-6}$) e no ω -9 ($C_{\omega-9}$), Equação 14.

$$C = C_{\omega-3} + C_{\omega-6} + C_{\omega-9} \quad (14)$$

Com a Equação 15 obteve-se $R_{C\omega-3}/A$ e com a Equação 16 determinou-se $C_{\omega-3}$, ou seja, a parte da integral do sinal C referente ao ω -3.

$$R_{C\omega-3}/A = [(\% \omega-3) \times 3] \div 100 \quad (15)$$

$$C_{\omega-3} = (R_{C\omega-3}/A) \times A \quad (16)$$

Com as Equações 17 e 18 calculou-se $R_{D\omega-6}/A$ e $C_{\omega-6}$.

$$R_{C\omega-6}/A = [(\% \omega-6) \times 3] \div 100 \quad (17)$$

$$C_{\omega-6} = (R_{C\omega-6}/A) \times A \quad (18)$$

Substituindo $C_{\omega-3}$ e $C_{\omega-6}$ na Equação 14, encontrou-se $C_{\omega-9}$ e substituindo na Equação 19 obteve-se a porcentagem do $\omega-9$.

$$\% \omega-9 (18:1) = [(C_{\omega-9} \div A) \div 3] \times 100 \quad (19)$$

3.9 ENSAIO BIOLÓGICO

O ensaio biológico in vitro de Acetilcolinesterase (Alzheimer) foi realizado conforme metodologia:

Adicionaram-se 25 μ L da solução de trabalho (amostra em DMSO 10 mg/mL) aos poços da placa de Elisa do teste e dos controles negativo e positivo. Nos cinco primeiros poços da coluna do controle positivo, adicionaram-se 25 μ L da solução de eserina (10 mg/mL em tampão Tris/HCl pH 8,0). Adicionaram-se, a cada poço, 25 μ L de solução de Iodeto de Acetilcolina (Acetylthiocholine iodide, ATCI), 125 μ L da solução de DTNB (5',5-dithio-bis-(2-nitrobenzoate, Sigma) e 50 μ L de Tris/HCl (50 mM) com albumina sérica bovina. A absorbância foi medida a 405 nm a cada 1 min por 8 vezes (8 min no total). Adicionaram-se 25 μ L da solução de AChE (0,226 U/mL) em Tris/HCl ao poço. Mediu-se a absorbância a 405 nm por 10 vezes (10 min no total).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EXTRAÇÃO E RENDIMENTO DA AMOSTRA

A Tabela 05 apresenta o rendimento obtido através da extração realizada por Soxhlet, usando como solvente, o hexano.

Tabela 05 - Rendimento da extração da manteiga da semente da canela

Amostras	Massa moída e seco	Material extraído	Rendimento (%)
1	39,9507 g	20,2614 g	50,71
2	41,0355 g	20,9837 g	51,14
3	40,6883 g	19,9451 g	49,02
Média	40,5582 g	20,3967 g	50,29 ± 0,92

A extração da amostra, em triplicata, Tabela 05, resultou num rendimento médio de 50,29% com desvio padrão de 0,92 de extrato bruto (20,40 g).

O produto final obtido resultou num sólido creme claro dada a suas características passou a ser denominado como Manteiga da Semente de Canela (MSC) por apresentar características físicas semelhantes a da manteiga de cacau.

4.2 TEOR DE UMIDADE DE MSC

No processo de beneficiamento das sementes (secagem e moagem) foram executados com tempo de 24 horas para primeira pesagem e 48 horas para pesagem final na temperatura constante de 50 °C, obtendo-se os seguintes resultados, Tabela 06.

Tabela 06 - Cálculo da umidade

AMOSTRAS	MASSA ÚMIDA	MASSA SECA	MASSA SECA MOÍDA	MASSA DA ÁGUA	UMIDADE (%)
1	45,1673 g	41,0253 g	39,9507 g	5,2126 g	11,45
2	46,0013 g	41,7526 g	41,0355 g	4,9658 g	10,79
3	45,9897 g	41,6681 g	40,6883 g	5,3014 g	11,52
Média	45,7194 g	41,4820 g	40,5582 g	5,1599 g	11,28±0,54

Analisando a Tabela 06, a média do teor de umidade apresentado na MSC foi de 11,28% com um desvio padrão de 0,54.

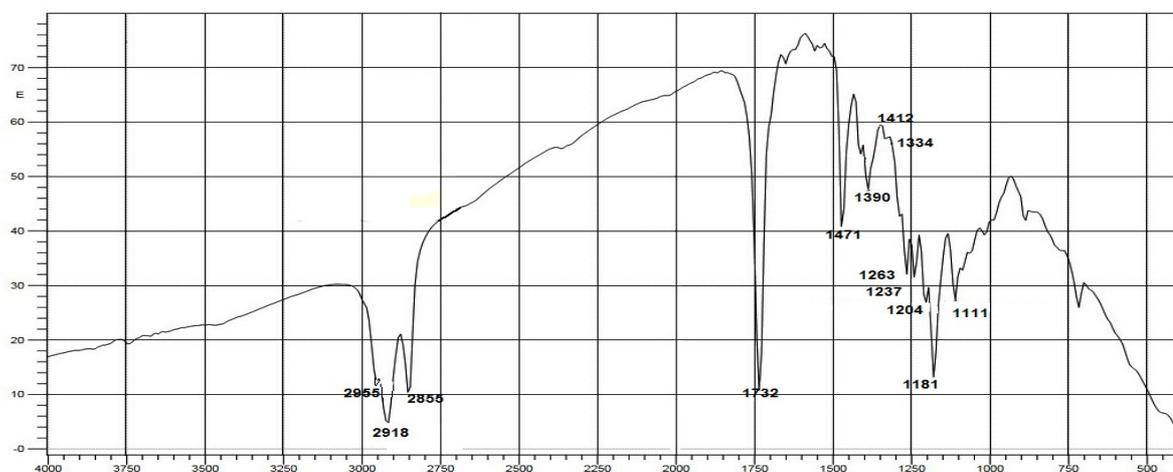
4.3 TEMPERATURA DE FUSÃO

Na análise de temperatura de fusão de MSC observou-se que a mesma iniciou em 39,2 °C e fundiu-se em 43,2 °C. A resolução RDC 270 de 2005 da ANVISA determina que para a classificação de lipídeos divididos em óleos e gorduras não dependem da natureza da fonte oleaginosa, seja ela vegetal ou animal, mas sim tão somente do ponto de fusão da amostra na temperatura à 25 °C. Segundo essa resolução, em 25 °C os óleos são líquidos e as gorduras são sólidas ou pastosas. Portanto, a MSC é uma mistura devido a variação de temperatura (4 °C), entre o início e final de sua fusão caracteriza-se como uma gordura, pois apresenta-se sólida na temperatura ambiente.

4.4 IDENTIFICAÇÕES DOS GRUPOS FUNCIONAIS ATRAVÉS DO INFRAVERMELHO

A Figura 11 apresenta o espectro de absorção na região de infravermelho da amostra MSC.

Figura 11 - Espectro de absorção na região do infravermelho para amostra de MSC



Fonte: Autor.

Analisando o espectro da Figura 11, é possível atribuir absorções de bandas características dos triacilglicerídios, como uma banda forte e intensa, aproximadamente em 1732 cm^{-1} , referente ao grupo carbonila (C=O) de ácidos carboxílicos. As absorções entre 2925 a 2855 cm^{-1} referem-se a deformação axial da ligação C-H ($\text{sp}^3\text{-s}$), na qual a absorção forte em 2925 cm^{-1} refere-se ao grupo metila (CH_3), seguida de uma absorção de intensidade média em 2855 cm^{-1} , atribuída aos grupos metílicos CH_2 . Em seguida, observa-se também uma banda em 1471 cm^{-1}

atribuída a uma deformação angular simétrica do plano do grupo metileno. Em 1181 cm^{-1} observa-se uma banda de intensidade media característica de deformação axial do grupo funcional (C-O-) e, por fim, a absorção em 723 cm^{-1} atribuída a deformações fora do plano dos grupos (CH).

A Tabela 07 mostra as principais atribuições de absorção de bandas na região do infravermelho para MSC estudados neste trabalho, comparados e de acordo com a literatura.

Tabela 07 - Atribuição das principais bandas de absorção na região do infravermelho para amostras de óleos

Andiroba Élson (2013)	Canela MSC	Melancia Ávila (2012)	Maracujá Silva (2011)	Canola Albuquerque (2006)	Soja Vasconcelos (2009)	Possíveis Atribuições
3004	-	3008	3008	-	3005	$\nu = \text{C-H}$
2924	2925	2925	2924	2924	2930	$\nu = \text{CH}_3$
2854	2855	2854	2854	2854	2856	$\delta_{as} = \text{CH}_2$
1746	1732	1744	1745	1747	1745	$\nu = \text{CO}$
1464	1471	1465	1465	-	1465	$\delta_s = \text{CH}_2$
1164	1181	1165	1163	1165	1150	$\nu_{\text{CO}} = \text{-O-C}$
722	723	723	722	723	720	$\Delta s/\tau = \text{CH}$

Bandas em cm^{-1} , ν - Deformação Axial, s - simétrica, as - assimétrica, δ - deformação angular no plano, τ - deformação angular assimétrica fora do plano.

As bandas de absorção encontrada para a MSC nesta pesquisa foram próximas aos obtidos por Farias (2013), Avila (2012), Silva (2005), Albuquerque (2006) e Vasconcelos (2009).

4.5 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS POR ICP-OES

Foram identificados os metais de MSC por ICP-OES, conforme a seguir: a) Elementos com concentração acima de 100 ppm: Ca, K, Na; b) Elementos com concentração entre 10 e 100 ppm: Mg, P e Ti; c) Elementos com concentração menor do que 10 ppm: S e d) Elementos com concentração menor que o limite de detecção que está abaixo de 0,04 ppm, conforme Tabela 08.

Tabela 08 - Elementos com concentração menor do que o limite de detecção

Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	Li	Mn	Mo	Nb
Pb	Pb	Pd	Pd	Pt	Rh	Ru	Sb	Sc	Se	Si	Sn	Sr	Te	V	W	Y	Zn
Zr																	

Tendo em vista a identificação dos metais relacionados, nos itens a, b, c e d foi observado a existência de metais com maior concentração decidiu-se pela sua quantificação, conforme Tabela 09.

Tabela 09 - Quantificação dos metais majoritários em MSC por ICP-OES

Elemento	Resultado 1 (ppm)	Resultado 2 (ppm)	Média (ppm)	%
Ca	22,79	21,33	22,060	3,06
K	471,0	487,3	479,15	66,54
Mg	3,693	3,469	3,5810	0,48
Na	167,4	173,9	170,65	23,70
P	34,86	35,22	35,040	4,85
S	8,310	8,424	8,3670	1,16
Ti	< 0,04	< 0,04	<0,040	< 0,005
Total	710,093	729,683	720,306	100

A ordem decrescente da concentração dos metais em MSC é a seguinte: K (66,54%), Na (23,70%), P (4,85%), Ca (3,06%), S (1,16%), Mg (0,48%) e Ti (<0,005%).

A alta concentração dos metais majoritários encontrados na análise se dá pela necessidade destes nutrientes que as plantas têm para sua manutenção e seu desenvolvimento (WILLS, 1998).

4.6 IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÕES DE ÁCIDOS GRAXOS EM MSC POR CROMATOGRAFIA GASOSA

A Figura 12 apresenta o cromatograma da amostra MSC e Tabela 10 apresenta os ácidos graxos.

Figura 12 - O cromatograma obtido por GC-FID para MSC

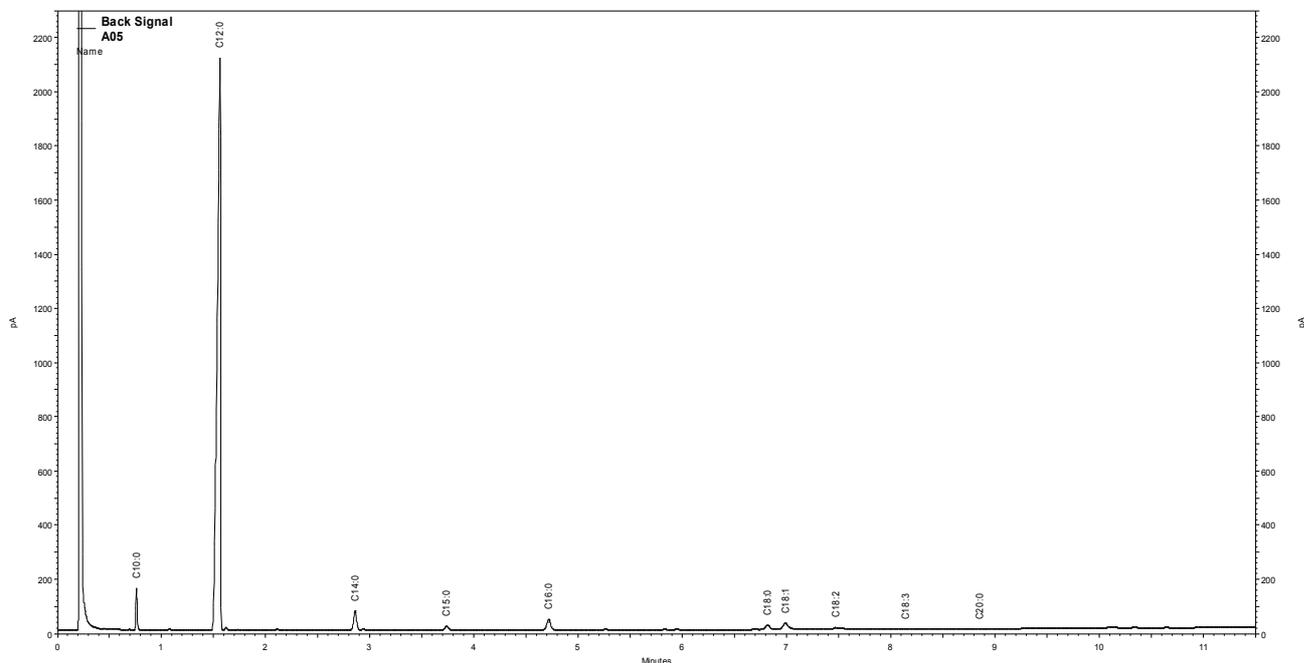


Tabela 10 - Perfil de ácidos graxos na MSC

IDENTIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO	TEMPO DE RETENÇÃO (MIN)	%
Ácido cáprico	C10:0	0,761	2,34
Ácido láurico	C12:0	1,563	88,60
Ácido mirístico	C14:0	2,862	2,70
Ácido pentadecílico	C15:0	3,735	0,56
Ácido palmítico	C16:0	4,742	1,89
Ácido esteárico	C18:0	6,867	0,96
Ácido oléico	C18:1	7,071	1,88
Ácido linoléico	C18:2	7,562	0,72
Ácido linolênico	C18:3	8,197	0,19
Ácido araquídico	C20:0	8,977	0,16
Total	-	-	100

A composição química obtida através da cromatografia gasosa, Figura 12 e Tabela 10, apresentaram os seguintes resultados: ácidos graxos saturados (AGS, 97,21%), sendo láurico constituinte majoritário (88,60%); cáprico (2,34%); mirístico

(2,70%); pentadecílico (0,56%); palmítico (1,89%); esteárico (0,96%); araquídico (0,16%) e ácidos graxos insaturados (AGI, 2,79%), sendo oléico, ω -9 (1,88%); linoléico, ω -6 (0,72%); linolênico, ω -3 (0,19%).

Foram identificados e quantificados 10 ácidos graxos na MSC e dentre estes ácidos encontra-se o ácido láurico, com a concentração de 88,60%, sendo assim, o constituinte majoritário. Em pesquisa literária esta concentração não foi encontrada na semente de outro vegetal, pois há poucos estudos. Mas, segundo Machado (2006), as sementes dos coco de praia e do coco babaçu, apresentam-se como sendo um dos maiores portadores de ácido láurico com proporção média de 42 a 46%.

A razão de ω 6/ ω 3 feita através da amostra MSC apresenta padrões que corresponde aos das recomendações feitas pelas principais Instituições mundiais de saúde e de alimentos expressa na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores recomendados para a razão entre os ácidos graxos ω -6 e ω -3 na dieta humana

País ou Instituição	ω -6/ ω 3	Referências
Canadá	4:1-10:1	SCR (1990)
EUA	2:1-3:1	Simopoulos (1999)
EUA	4:1	Schaefer (2002)
França	5:1	Chardigny; Bretilon; Sebédio (2001)
Japão	2:1-4:1	Kris-Etherton et al. (2000)
Suécia	5:1	NCM (1996)
WHO/FAO	5:1-10:1	WHO (1995)

WHO= World Health Organization; FAO= Food and Agriculture Organization; SRC= Scientific Review Committee; NCM= Nordic Council of Ministers; ω -6*=ômega 6, ω -3*=ômega 3.

Fonte: Martin (2006).

A razão do ω 6/ ω 3 calculada na MSC apresenta o seguinte resultado: ω -6 (0,72%) / ω -3 (0,19%) = 3,8:1. Segundo Cardoso et al. (2004), as razões de 2:1 a 3:1 têm sido recomendadas por alguns autores, por possibilitar uma maior conversão do ácido α -linolênico em DHA no organismo humano, que alcança o seu valor máximo em torno de 5:1.

A Tabela 12 nos mostra a relação das concentrações ω -6, ω -3 e a razão entre ω -6/ ω -3 de óleos vegetais e de MSC.

Tabela 12 - Concentração dos ácidos linoléico, ácido linolênico e razão ω -6/ ω -3, em óleos de origem vegetal/MS

Óleos	18:2, ω -6 (mg/g)	18:3, ω -3 (mg/g)	ω -6/ ω -3 (razão)
Canola*	203	93	2,2
Linhaça*	127	533	0,2
Milho*	523	11,6	45,1
Oliva*	97,6	7,6	12,8
Soja*	68	7,5	9,1
MSC	7,2	1,9	3,8

Fonte: *Martin (2006).

A razão de ω -6/ ω -3 de MSC está dentro dos valores, segundo a literatura, recomendável para dieta humana.

A Tabela 13 apresenta a composição de ácidos graxos de Manteiga da semente da canela - MSC para ser comparadas com outros óleos vegetais, devido a impossibilidade de ser comparada com sementes de canela da literatura, devido, não terem sido encontradas pesquisas em sementes de canela para serem mensuradas aos constituintes identificados através das análises Cromatográficas CG-FID.

Tabela 13 - Composição de ácidos graxos de óleos extraídos da semente da canela (*Cinnamomum zeylanicum* Nees) comparado com outros óleos

ÁCIDO GRAXO (%)	Óleo de <i>P. aquática</i> (Jorge; Luzia, 2012)	Óleo de <i>Bactris gasipaes</i> (Restrepo et al., 2012)	Óleo de <i>Maximiliana maripa</i> (Santos et al., 2013)	Óleo da <i>Cinnamomum zeylanicum</i> -MSC 2016
--------------------	--	--	--	---

	Óleo de <i>Acrocomia aculeata</i> (Belén-Camacho et al., 2005)				
Palmítico (C 16:0)	44,93	34,9	25,1	50,9	1,89
Esteráico(C 18:0)	<u>3,08</u>	1,5	1,6	13,1	0,96
Oléico (C 18:1)	<u>39,27</u>	51,9	39,2	7,6	1,88
Linoléico(C 18:2)	<u>11,37</u>	2,4	12,9	--	0,72
Araquídico (C 20:0)	<u>0,87</u>	nd	nd	3,0	nd
linolénico(C 18:3)	<u>0,46</u>	0,2	1,5	17,90	0,19
Behénico (C 22:0)	<u>0,05</u>	nd	nd	2,50	nd
Laúrico (C 12:0)	nd	0,014	4,6	nd	88,60
Mirístico(C14:0)	nd	0,120	10,7	nd	nd

nd = não determinado.

Na Tabela 13 observa-se que a MSC possui maior concentração de ácido graxos saturados (97,21%), sendo o ácido láurico com maior concentração em relação aos demais óleos vegetais. Mas, apresenta a menor concentração de ácidos graxos insaturados (2,79%), em relação aos demais óleos, esta propriedade dá a MSC características de um sólido, observa-se que do total de ácidos graxos saturados 88,60% é constituído de ácido láurico.

4.7 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA MSC POR RMN ¹H.

A Tabela 14 apresenta as propriedades físico-químicas da MSC comparada com as da literatura.

Tabela 14 - Caracterização físico-química da MSC comparados a outros óleos de sementes

Óleo Vegetal	II (mg I ₂ / g)	IS (mg KOH / g)	IA (mg KOH / g)	MM (g / mol)
(<i>Carapa guianensis</i> Aublet) (andiroba), Farias (2013)	48,41	161,67	1,84	1004,02
MSC (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)(canela)	2,52	255,97	3,32	604,09
(<i>Citrus limon</i>) Seed (limão) Reda e Carneiro (2005)	107,83	193,89	0,43	867,83
(<i>Citrus limonia</i>) Seed (limãozinho) Reda e Carneiro (2005)	105,74	194,10	0,37	866,80

Os dois primeiros parâmetros analisados são importantes (índice de acidez e índice de saponificação), principalmente o índice de acidez que informa a quantidade de ácidos graxos livres presentes na matriz vegetal, influenciando em seu provável uso potencial com valor econômico.

Na Tabela 14, podemos observar que a MSC, apresentou índice de iodo no valor de 2,52 mg I₂ / g está abaixo se comparado com os outros valores encontrados pelos autores citados. Porém quando comparado ao valor encontrado para o óleo extraído estudado por Duarte (2008), o valor da amostra em estudo foi superior, sendo quase o dobro. O baixo valor de índice de iodo indica que o óleo possui um alto valor de saturação, portanto menor será sua capacidade de absorver iodo. De acordo com Angenoli (2011), os índices de iodo de óleos vegetais podem ser classificados como: secos >130, semi-seco entre 130-90 e não seco < 90. Logo a MSC comporta-se como sendo um óleo não seco.

4.7.1 Índice de Acidez

O valor encontrado para a MSC foi de 3,32 (mg KOH/g), conforme observado na Tabela 14, sendo este valor, superior aos valores encontrados por os autores citados. Segunda a resolução RDC nº 270 da ANVISA (2006) óleos e gorduras

refinados devem no máximo absorver 0,6 mg KOH/g. Este valor apresentado na MSC é um valor de acidez superior ao estipulado para óleos e gorduras refinados segundo a ANVISA.

4.7.2 Índice de Saponificação e Massa Molecular Média

Podemos observar na Tabela 14 a MSC apresentou índice de saponificação de 255,97 mg KOH/g. O valor encontrado é superior ao encontrado por Farias (2013), Reda e Carneiro (2005). O índice de Saponificação está intimamente ligado à massa molecular de triglicerídeos, quanto menor for o índice de saponificação maior será sua massa molecular. O valor encontrado para a massa molecular média a MSC foi de 604,09 g/mol. Quando comparado ao peso molecular médio estudado por Farias (2013), encontra-se o inferior aos demais, corroborando o valor encontrado para o índice de saponificação.

4.8 TEOR DE ÁCIDOS GRAXOS INSATURADOS POR RMN ¹H E CG

A concentração de ω -3, ω -6 e ω -9 calculada por RMN ¹H e CG, nos é apresentada conforme Tabela 15.

Tabela 15 - RMN ¹H versus CGFID

Técnica	% ω -3 (18:3)	% ω -6 (18:2)	% ω -9 (18:1)
CGFID	0,19	0,72	1,88
RMN ¹ H	0,20	0,73	1,86

Os valores encontrados em RMN ¹H e CG dos ω -3, ω -6 e ω -9 não apresentam diferenças significativas. A determinação dos ácidos graxos insaturados por RMN ¹H são obtidos de maneira rápida, simples e confiável em relação a cromatografia gasosa, um outro fator é no RMN ¹H sua amostra é preservada enquanto que no CG sua amostra é decomposta sem possibilidade de recuperação. Segundo Vigli et al., (2003) através das comparações das técnicas de RMN ¹H e CG através da literatura, podemos chegar a resultados mais precisos dando confiabilidade as pesquisas.

4.9 ENSAIO BIOLÓGICO

No ensaio biológico feito na manteiga da semente da canela frente a enzima acetilcolinesterase obteve-se uma inibição 65,05%. Segundo Mota, et. al. (2012), os extratos que apresentam um percentual de inibição da enzima acetilcolinesterase abaixo de 30% são considerados fracos, os que apresentam entre 30 e 50% são considerados com potencial moderado, enquanto, os que são superiores a 50% são considerados a potentes indicados ao isolamento das substâncias bioativas.

5 CONCLUSÃO

O óleo extraído da semente da canela caracterizou-se como uma manteiga com um ponto de fusão a 43°C comportando-se como sólido na temperatura

ambiente à 25°C. Isto se deve a alta concentração de ácido Láurico que predomina em quantidade de 88,65% de seus constituintes.

Na análise feita por ICP-OES, os metais majoritários concentram-se entre K, Na, P e Ca, com concentração acima de 100 ppm, nos seguintes percentuais: K (66,54%), Na (23,70%), P (4,85%), Ca (3,06%), estes quatro metais tem função importante para o bom desenvolvimento das plantas e também para o organismo humano.

A composição química obtida através da cromatografia gasosa dos ácidos graxos saturados (AGS, 97,21%), sendo láurico constituinte majoritário (88,60%); cáprico (2,34%); mirístico (2,70%); pentadecílico (0,56%); palmítico (1,89%); esteárico (0,96%); araquídico (0,16%) e ácidos graxos insaturados (AGI, 2,79%), sendo oléico, ω -9 (1,88%); linoléico, ω -6 (0,72%); linolênico, ω -3 (0,19%).

O teste realizado *in vitro* com a MSC, obteve uma inibição do acetilcolinesterase com relação ao Alzheimer no percentual 65% considerado potente.

Estes resultados obtidos, na manteiga da semente de canela, apresenta potencial para a produção de fármacos através de manipulações primárias, na produção de um composto alimentar, ou mesmo na elaboração de alimento natural. Sendo que, para isto faz-se necessário avançar com as pesquisas, aprofundar mais nas propriedades dos compostos, detectando as quantidades adequadas, para o uso, seus efeitos, seus benefícios e assim darmos nossa contribuição para a ciência, buscando promover o desenvolvimento sustentável, integrando povos e floresta, incentivando o extrativismo sustentável e o uso cientificamente comprovado de seus recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, I. I. C. **Estudo químico do óleo das sementes de melancia das variedades Charleston Gray e Crimson Sweet cultivadas em Bonfim-RR.** 2012. 87p. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

ANDRADE M. A et. al. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana Revista Ciência Agronômica. vol. 43 n.2, p. 399-408 Fortaleza jun. 2012. .

BELÉN-CAMACHO, D. R. et al. Evaluación fisico-química de la semilla y del aceite de corozo (*Acrocomia aculeata* Jacq.). **Grasas y aceites**, v.56, n.4, p.311-316, 2005.

CARDOSO C. R. et al. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repair Regen**, v.12, n.2, p.235-243, 2004.

CARMO, M. C. N. S.; CORREIA, M. I. T. D. A Importância dos Ácidos Graxos ω -3 no Câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v.55, n.3, p.279-287, 2009.

CHARDIGNY, J. M.; BRETILLON L.; SEBÉDIO J. L. New insights in health effects of trans α -linolenic acid isomers in humans. **Eur J Lipid Sci Technol**. v.103, n.7, p.478-82, 2001.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Imprensa Nacional (ed.), v. 1, Rio de Janeiro, 1984. 458-459 p.

ELLMAN, G. L. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity Biochem. **Pharmacol**. v.7, p.88, 1961.

FAO. 1995. Flavours and Fragrances of Plant Origin: Non-Wood Forest Products. Chapter 2. Cinnamomum Oils (including Cinnamon and Cassia). <http://www.fao.org/>. Acesso: 10 mai. 2014.

FARIAS, E. S. **Propriedades físico-químicas e perfil dos ácidos graxos do óleo da semente de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) de Roraima.** 2013. 98p. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

GARCIA, C. M. **Transterificação de óleos vegetais**. 2006. 120p. Dissertação (Mestrado em Química Inorgânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

GARCIA, M. C. La Agroindustria de la Mora. Alternativas viables para los fruticultores. **Tecnologia para el Agro**, v.1, n. 2, fev. 2005.

GASPAR, Lúcia. Plantas medicinais. **Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Acesso em: 14 ago. 2015.

GOETZ, P.; GHEDIA, K. [Cinnamomum zeylanicum Nees \(Lauraceae\): Cannelle de Ceylan](#). In: Phytotherapie anti-infectieuse: Collection Phytotherapie Pratique, **Springer-Verlag** France, Paris, p.247-252, 2012.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, A. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n.308, p.463-470, 2006.

GUILLEN, M. D.; RUIZ, A. High resolution ^1H Nuclear Resonance in Study of Edible Oils and Fats. **Trends in Food Science & Technology**, v.12, n.9, p. 328 - 338, 2001.

GUILLEN, M. D.; RUIZ, A. Rapid simultaneous determination by proton NMR of unsaturation and composition of acyl groups in vegetable oils. **Eur. J. Lipid Sci. Technol**, v.105, n.11, p. 688 - 696, nov. 2003.

GUILLEN, M. D.; RUIZ. Edible oils: discrimination by ^1H nuclear magnetic resonance. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n.4, p. 338-346, mar. 2003.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2014. Rraima: IBGE, 2015 "Dado não existente", onde não há ocorrência da variável no município. Disponível. Em <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rr&tema=lavourapermanente2014>. Acesso em: 25 Agosto 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1.; 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 16 - 17.

JORGE, N.; LUZIA, D. M. Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquatica Aublet* para aproveitamento alimentar. **Acta Amazonica**, v. 42, n.1, p.149 -156, 2012.

KRIS-ETHERTON P. M. et al. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. **Am J Clin Nutr.** v.71, n.1, p.179S-88S, jan. 2000.

MALLAVARAPU, G. R., RAMESH, S. *Essential oil of the fruits of Cinnamomum zeylanicum Blume.* **J. Essent. Oil Res.**, v.12, n.5, p.628-630, 2000.

MARTIN C. A. et. al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos **Revista de Nutrição Campinas**, v.19 n.6, p.761-770, dez., 2006.

MASSABNI, A. C. **“Os metais e a saúde humana”**. Instituto de Química – Araraquara – UNESP, julho. 2006.

MATOS, F. J. A. Introdução à fitoquímica experimental. **UFC** Fortaleza, 1988.

MASTERS, C. Omega-3 Fatty acids and the peroxisome. *Mol Cell Biochem.* v.165, n.2, p.83-93, 1996.

MACHADO G. C., Chaves J. B. P., Antoniassi R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v.53, n.308, p.463-470, 2006.

MENDONÇA, A. T. **Efeitos dos óleos essenciais de condimentos sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* em ricota cremosa 2004** - 72p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras - Lavras. 2004.

MOTA, W. M.; et. al. Avaliação da inibição da acetilcolinesterase por extratos de plantas medicinais **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.4, p.624-628, 2012.

MORETTO, E; FETT, R; GONZAGA, L. V; KUSKOSKI. Introdução à ciência de alimentos. 2 ed, ampliada e revisada, Florianopolis: **Ed. da UFSC**, 2008.

Nordic Council of Ministers. Nordic nutrition recommendations. **Scand J Nutr.** v.40, n.4, p.161-5, 1996.

O'Connor, R. T.; Heinzelman, D. C., McKinney, R. S.; Pack, F. C. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1947,24, 212.

PEREIRA G. I. S. et. al. Avaliação Química da Folha de Cenoura Visando ao seu Aproveitamento na Alimentação Humana. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. V.27, n.4, p.852-857, ago., 2003.

PINTO A. C. **Segredos e Virtudes das Plantas Medicinais**. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1ª. Edição, Rio de Janeiro. 1999.

REDA, S. Y. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004. 153p. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I.B.; CARNEIRO, E. B. B. ¹H NMR Characterization of Seed Oils from Rangpur Lime (*Citrus limonia*) and “Sicilian” Lemon (*Citrus limon*). **Ann. Magn. Reson**, v.4, n.3, p.64-68, 2005.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Parâmetros físico-químicos do óleo de milho in natura e sob aquecimento calculado pelo programa PROTEUS RMN H¹. UEPG Exact Earth Sci., **Agr. Sci. Eng.**, v.1, p.31-36, 2006.

RANASINGHE P. et al. Medicinal properties of ‘true’ cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. **BMC Complement Altern Med**. V. 13, p.275. out. 2013.

RESTREPO, O.; VINASCO, I. L. E.; ESTUPIÑÁN, J. A. Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de Chontaduro (*Bactris gasipaes*) de la región del pacífico colombiano. Universidad del Valle, **Revista de Ciências**, v.16, p.123-129, dez. 2012.

SANTOS, M. F. G. et al. Major components in oils obtained from Amazonian palm fruits. **Revista Grasas y Aceites**, v.64, n.3, p.328-334, 2013.

SILVA, S. R. **Perfil dos ácidos graxos, atividade antioxidante e caracterização físico-química do óleo das sementes de três espécies de maracujá cultivadas no Estado de Roraima**. 2011. 83p. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de ésteres etílicos a partir de transesterificação do óleo de andiroba com etanol**. 2005. 78p. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

Scientific Review Committee. Nutrition recommendations. **Ottawa: Canadian Government Publishing Centre**, Supply and Services, Canada, 1990.

SCHAEFER E. J. Lipoproteins, nutrition and heart disease. **Am. J. Clin. Nutr.** v.75, n.2, p.191-212, 2002.

SIMOPOULOS A. P.; LEAF A.; SALEM N. **Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids**. *Ann Nutr Metabol.* 1999; 43(3):127-30.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução da 8ª. edição, Norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

TEVES, M. L. U. **Revisão-Hexano**. Oswaldo Cruz. Abril, 2003. Disponível em: <http://www.oswaldocruz.br/download/fichas/Hexano2003.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2013.

TAKAHASHI, N.S. **Importância dos ácidos graxos essenciais**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em www.infobibos.com/Artigos/2007_3/acidograxos/index.htm. Acesso em: 25 jan. 2011.

United States Department of Agriculture, National Agriculture Library. Food and Nutrition Data Laboratory. Disp. em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. Acesso em: 25 jan. 2013.

VIGLI, G. et. al. Classification of Edible Oils by Employing 31P and 1H NMR Spectroscopy in Combination with Multivariate Statistical Analysis. A Proposal for the Detection of Seed Oil Adulteration in Virgin Olive Oils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.51, n.19, p.5715-5722, 2003.

VINUTHA. et al. Screening of selected Indian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. **Journal of Ethnopharmacology** v. 109 p. 359–363. 2007

VASCONCELOS, A. F. F. **Conformidade de misturas binárias de Biodieseis etílicos quanto aos parâmetros Reológicos, Fluidodinâmicos, oxidativos e** World Health Organization. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutr. Rev.**, v.53, n.7, p.202-5, 1995.

