



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

CRISTIANE MARANGON

**PERFIL QUÍMICO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE  
*Capsicum chinense* Jacq (SOLANACEAE) CULTIVADA NA CIDADE DE BOA VISTA,  
RORAIMA**

BOA VISTA, RR  
2016

CRISTIANE MARANGON

**PERFIL QUÍMICO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE  
*Capsicum chinense* Jacq (SOLANACEAE) CULTIVADA NA CIDADE DE BOA VISTA,  
RORAIMA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Roraima como parte dos requisitos necessários para obtenção título de Mestre em Química. Área de concentração: Química de Produtos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Habel Nasser Rocha da Costa  
Co-orientador: Dr. Francisco Joaci Freitas Luz

BOA VISTA, RR  
2016

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

M298p Marangon, Cristiane.  
Perfil químico, análise físico-química e atividade antioxidante de  
*Capsicum Chinense jacq* (Solanaceae) cultivada na cidade de Boa  
Vista, Roraima / Cristiane Marangon. – Boa Vista, 2016.  
67f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Habel Nasser Rocha da Costa.  
Co-orientador: Dr. Francisco Joaci Freitas Luz.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima,  
Programa de Pós-Graduação em Química.

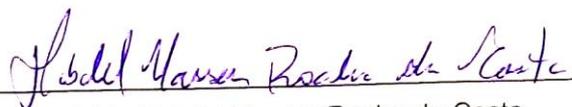
1 – Caracterização físico-química. 2 – Óleo fixo. 3 – Olho-de-  
peixe. 4 – Pimenta. I – Título. II – Habel Nasser Rocha da Costa  
(orientador). III – Luz, Francisco Joaci Freitas (coorientador).

CDU – 543.8:633.84

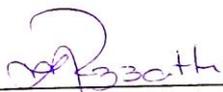
CRISTIANE MARANGON

PERFIL QUÍMICO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE  
*Capsicum chinense* Jacq (SOLANACEAE) CULTIVADA NA CIDADE DE BOA VISTA,  
RORAIMA

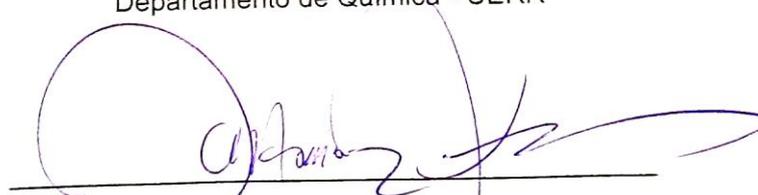
Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Produtos Naturais. Defendida em 17 de março de 2016 e avaliada pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Habel Nasser Rocha da Costa  
Orientador/Departamento de Química - UFRR



Prof<sup>a</sup>. Dra. Ivanise Maria Rizzatti  
Departamento de Química - UERR



Prof. Dr. Antônio Alves de Melo Filho  
Departamento de Química - UFRR

Dedico ao Deus Criador de tudo e de todos, inclusive das pimentas,  
A minha mãe Jiane Vivian pelo incentivo e exemplo.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e avós que sonharam os meus sonhos;

Ao companheiro que esteve sempre ao meu lado, Thiago Ramon;

Aos meus amigos, em especial Ozieli Ferreira;

Ao meu Orientador Prof. Habel Nasser que me ajudou com valiosos ensinamentos, e ao Dr. Joaci Luz que me ensinou muito sobre o mundo das pimentas;

A Dra. Rita de Cassia que não mediu esforços para me ajudar com as análises;

A Dra. Jane Maria Franco de Oliveira da Embrapa/RR, que me auxiliou com o plantio das pimentas;

A Embrapa/RR e a UFRR que concederam espaço para o cultivo das pimentas e uso de laboratórios;

Aos colegas da Turma de Mestrado em Química 2014.1, em especial ao Pedro Rômulo, Wélida Oliveira, Nakita Bacchus, Ismael Montero e Diana Sangama, que muito me ajudaram.

Aos professores do curso de mestrado química, e a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Meu muito obrigada!!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

Martin Luther King Jr.

## RESUMO

As pimentas são amplamente consumidas no Estado de Roraima, tanto por comunidades indígenas, roraimenses e quanto pela população que migrou para o Estado. São muito utilizadas na culinária local, principalmente, por povos nativos da região, que preparam um conhecido caldo a base de pimenta, chamado “damorida”. Historicamente os dados mais antigos do consumo de pimentas datam de aproximadamente 9 mil anos do ano presente, sendo resultado de explorações arqueológicas em Tehuacán, no México. A pesquisa na área das especiarias picantes como a pimenta vem crescendo e expandindo conforme a necessidade de se conhecer mais desse condimento. A sua aplicação na medicina está sendo cada vez mais estudada, e já é utilizada como ação analgésica, ajuda no combate ao câncer de próstata, poderoso antioxidante, entre outros. Visto que há uma grande carência de estudos com pimentas do gênero *Capsicum* no Estado onde há tanto consumo, esse trabalho avaliou a composição físico-química (pH, teor de cinzas, umidade, lipídios, proteína bruta e Vitamina C), atividade antioxidante e a caracterização do óleo fixo dos frutos da pimenta Olho-de-peixe (*Capsicum chinense* Jacq), produzidas na Embrapa (Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária). As análises foram realizadas em laboratório especializado na mesma empresa, e, os seguintes resultados foram encontrados pH:  $4,98 \pm 0,01$ ; cinzas:  $1,15 \pm 0,01\%$ ; umidade:  $82,60 \pm 0,03\%$ ; lipídios:  $2,22 \pm 0,20\%$ ; proteína bruta  $1,50 \pm 0,06\%$  e vitamina C (ácido ascórbico):  $31,66 \text{ mg/ } 100\text{g} \pm 4,40$ . Quanto à atividade antioxidante, pelo método DPPH, o óleo fixo da pimenta Olho de peixe apresentou atividade antioxidante, porém com um  $IC_{50}$  de  $2861,2 \mu\text{g/mL}^{-1}$ . Através da técnica espectrométrica de Infravermelho foi possível detectar os seguintes grupos funcionais: Estiramento C-H alifáticos em aproximadamente  $2920$  a  $2938 \text{ cm}^{-1}$ , estiramento de C=O em amidas não substituídas em  $1690$  a  $1640 \text{ cm}^{-1}$ , N-H com deformação angular em  $1520 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\text{CH}_2$  característicos de ácidos graxos em  $1438 \text{ cm}^{-1}$  e uma banda em  $1080 \text{ cm}^{-1}$  que apresenta características de um éter. Foram detectados 19 constituintes químicos pelo método CG-EM, dentre os quais 2,3-butanodiol (37,13%), 2-heptenal (13,94%), Ácido palmítico (5,79%) e Capsaicina natural (13,10%) foram considerados os majoritários. A análise do óleo fixo por RMN  $^1\text{H}$  apresentou sinais de prótons que condizem com os óleos vegetais em geral, mostrando-se saturado em sua maior composição, e impróprio para consumo humano.

**Palavras-Chave:** Caracterização físico-química, “Olho-de-peixe”, Óleo fixo, pimenta.

## ABSTRACT

Peppers are widely consumed in the state of Roraima, both by indigenous communities, roraimenses and as the population migrated to the state. They are widely used in local cuisine, mainly by native peoples of the region, preparing a known broth pepper base, called "damorida". Historically the oldest data peppers consumption date from about 9000 years this year and is a result of archaeological explorations in Tehuacan, Mexico. Research in the area of hot spices like pepper has been growing and expanding as the need to know more of this condiment. Its application in medicine is being increasingly studied, and is already used as analgesic, helps in the fight against prostate cancer, powerful antioxidant, among others. Since there is a great lack of studies with *Capsicum* peppers in the state where there is so much consumption, this study evaluated the physical and chemical composition (pH, ash content, humidity, fat, protein and vitamin C), antioxidant activity and It characterizes the fixed oil of pepper fruit-eye fish (*Capsicum chinense* Jacq), produced at Embrapa (Brazilian Agricultural research). Analyses were performed in a specialized laboratory in the same company, and the following results were found pH:  $4.98 \pm 0.01$ ; ash:  $1.15 \pm 0.01\%$ ; humidity:  $82.6 \pm 0.03\%$ ; lipid:  $2.22 \pm 0.20\%$ ; protein:  $1.50 \pm 0.06 \%$  and vitamin C (ascorbic acid):  $31.66 \text{ mg/ } 100\text{g} \pm 4.40$ . As for the antioxidant activity by the DPPH method, the fixed oil pepper Fisheye presented antioxidant activity, but with an  $IC_{50}$  of  $2861.2 \text{ } \mu\text{g/ml}^{-1}$ . Through infrared spectrometric technique it was possible to detect the following functional groups: Aliphatic C-H stretch at approximately 2920 the  $2938 \text{ cm}^{-1}$ , stretch C=O 1690 at  $1640 \text{ cm}^{-1}$  unsubstituted amides, N-H angular deformation in  $1520 \text{ cm}^{-1}$ , characteristic  $\text{CH}_2$  fatty acids in  $1438 \text{ cm}^{-1}$  and a band at  $1080 \text{ cm}^{-1}$  which shows characteristics of an ether. A total of 19 chemical constituents were detected by GC-MS method, among which 2,3-butanediol (37.13%), 2-heptenal (13.94%), palmitic acid (5.79%) and natural Capsaicin (13.10%) were the majority. The analysis of the fixed oil by  $^1\text{H}$  NMR showed signs of protons consistent with vegetable oils in general, showing saturated in its higher composition, and unfit for human consumption.

**Keywords:** Physicochemical characterization, "Olho-de-peixe", Fixed oil, peppers.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfotipo de pimenta “Olho de peixe” produzida na vitrine tecnológica da Embrapa/RR.....	20
Figura 2 - Estrutura química da Capsaicina.....	21
Figura 3 - Estrutura química da Dihidrocapsaicina.....	21
Figura 4 - Bandeja de germinação com substrato com uma semana de plantadas.....	30
Figura 5 - Fases de produção das pimentas na Vitrine Tecnológica da Embrapa/RR. A- Plantio definitivo em canteiro; B- Pimentas em desenvolvimento; C- Produção da pimenta Olho de peixe.....	30
Figura 6 - Mufla com cadinhos para análise do teor de cinzas, Embrapa/RR.....	32
Figura 7 - Procedimento para a análise do teor de umidade A: Capsulas de porcelana com a pimenta olho de peixe in natura. B: capsulas de porcelana com as pimentas secas.....	32
Figura 8 - Aparelho extrator de Soxhlet, PPGQ/UFRR.....	33
Figura 9 - pHmetro utilizado para análise da pimenta.....	35
Figura 10 - Iodometria para análise quantitativa do teor de vitamina C. A– Pimentas frescas fatiadas, B- Início da titulação, C- Ponto de viragem.....	36
Figura 11 - Amostras de óleo fixo do fruto da pimenta com DPPH para leitura em Espectrômetro UV-VIS.....	40
Figura 12 - Curva de calibração do padrão de quercetina.....	42
Figura 13 - Curva de dados da amostra do óleo fixo da pimenta Olho de peixe.....	43
Figura 14 - Espectro na região do Infravermelho do óleo fixo da pimenta Olho de Peixe.....	46
Figura 15 - Identificações dos picos nos espectros de absorção no Infravermelho, dos óleos de Buriti e Patauá.....	46
Figura 16 - Posição e identificações dos picos nos espectros de absorção no infravermelho dos óleos de Buriti e Patauá.....	47

Figura 17 - Oleoresina de capsaicina extraída das pimentas Dedo-de-Moça e pimenta Malagueta e Capsaicina pura a 95%.....	48
Figura 18 - Cromatograma do óleo fixo do morfotipo de pimenta “Olho de peixe”.....	49
Figura 19 - Estruturas moleculares dos quatro componentes majoritários encontrados no óleo fixo da pimenta olho de peixe.....	51
Figura 20 - Perfil cromatográfico de ácido graxo (acesso OP) .....	52
Figura 21 - Espectro de RMN 1H do óleo fixo do morfotipo de pimenta “Olho de peixe” e ampliação na região entre $\delta_H$ 7,23 a 0,86 (CDCl <sub>3</sub> , 500 MHz) .....	55
Figura 22 - Sinais dos prótons para um óleo vegetal genérico.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultados das análises físico-químicas em triplicata.....	41
Tabela 2 -	Valores da concentração do padrão interno e sua respectiva absorbância ( $\lambda$ 415nm) .....	42
Tabela 3 -	Valores da concentração para diferentes valores de Atividade Antioxidante %.....	43
Tabela 4 -	Capacidade antioxidante ( $EC_{50}$ em $\mu\text{g/mL}$ ) dos extratos alcoólico e aquoso de pimentas utilizando o radical livre DPPH•.....	44
Tabela 5 -	Atividades antioxidantes (%) obtidos em diversas concentrações dos extratos bruto e fracionados das pimentas <i>Capsicum</i> e BHT, pelo método DPPH.....	45
Tabela 6 -	Bandas de absorção do óleo fixo da pimenta olho de peixe e seus grupos funcionais possíveis.....	48
Tabela 7 -	Constituintes químicos quantificados no óleo fixo da pimenta Olho de peixe.....	50
Tabela 8 -	Ácidos graxos presentes nos frutos dos seis acessos de pimentas.	53
Tabela 9 -	Hidrogênios, deslocamentos químicos encontrados no óleo da pimenta e deslocamentos químicos encontrados em um óleo vegetal genérico.....	56
Tabela 10 -	Propriedades físico-químicas por RMN $^1\text{H}$ de óleos vegetais.....	60

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 -	Área de um próton ( $A_p$ ).....	37
Equação 2 -	Hidrogênios oleofínicos ( $V$ ).....	37
Equação 3 -	Total de prótons ( $T$ ).....	37
Equação 4 -	Peso molecular médio ( $MM$ ).....	37
Equação 5 -	Índice de iodo ( $II$ ).....	37
Equação 6 -	Índice de saponificação ( $IS$ ).....	38
Equação 7 -	Relação hidrogênio oleofínicos/ alifáticos ( $Ro,a$ ).....	38
Equação 8 -	Índice de acidez ( $IA$ ).....	38

## ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
µg	Micrograma
µm	Micrometro
µL	Microlitro
AA %	Porcentagem de atividade antioxidante
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
Ap	Área de um próton
C%	Porcentagem do composto
C	Carbono
CDCl <sub>3</sub>	Clorofórmio Deuterado
CG-EM	Cromatografia gasosa acoplada ao espectro de massas
cm <sup>-1</sup>	centímetros elevados a menos um
COC	Grupo funcional éter
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
EC	Efeito da concentração
g	Gramma
H	Hidrogênio
Hz	Hertz
IA	Índice de acidez
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Inibição do composto
II	Índice de iodo
IK	Índice de Kovats
IS	Índice de saponificação
IV	Infravermelho
K	Kelvin
KBr	Brometo de potássio
kHz	Kilohertz
Km	kilometro
KOH	Hidróxido de potássio
m	Metro

mg	Miligramas
MHz	Megahertz
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MM	Peso molecular médio
mM	Milimol
N	Normal
N	Nitrogênio
nm	Nanômetro
NPK	Nitrogênio, fosforo e potássio
O	Oxigênio
pH	Potencial hidrogenionico
pK n°	Pico número
ppm	Partes por milhão
PM	Peso Molecular
RMN <sup>1</sup> H	Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio
Ro,a	Relação hidrogênio oleofínicos/ alinfáticos
T	Total de prótons
TMS	Trimetilsilano
TR	Tempo de retenção
UV-VIS	Ultravioleta Visível
V	Hidrogênios oleofínicos
δ	Deslocamento químico

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1	O Estado de Roraima e as Pimentas.....	17
1.2	Pimentas do gênero <i>Capsicum</i> .....	19
1.3	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.....	19
1.4	Composição Química das pimentas <i>Capsicum</i> .....	20
1.5	Parâmetros de análise.....	22
1.5.1	<b>Teor de Cinzas</b> .....	23
1.5.2	<b>Teor de Umidade</b> .....	23
1.5.3	<b>Lipídios</b> .....	23
1.5.4	<b>Proteínas</b> .....	24
1.5.5	<b>Potencial Hidrogeniônico</b> .....	24
1.5.6	<b>Vitamina C</b> .....	24
1.5.7	<b>Atividade Antioxidante</b> .....	25
1.5.8	<b>Técnicas de Caracterização do Óleo fixo</b> .....	25
1.5.8.1	Espectroscopia de Infravermelho (IV).....	26
1.5.8.2	Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio.....	26
1.5.8.3	Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectro de Massa.....	27
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	28
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1	Obtenção e preparação das Amostras.....	31
3.2	Análise Físico-química .....	31
3.2.1	<b>Determinação do Teor de Cinzas</b> .....	31
3.2.2	<b>Determinação do Teor de Umidade</b> .....	32
3.2.3	<b>Determinação de Lipídios-extração direta em Soxhlet</b> .....	33
3.2.4	<b>Determinação de Proteína Bruta</b> .....	34
3.2.5	<b>Determinação de pH</b> .....	34
3.2.6	<b>Determinação de Vitamina C</b> .....	35
3.3	Método para Espectroscopia no Infravermelho.....	36
3.4	Método para Espectroscopia de RMN <sup>1</sup> H.....	36
3.5	Método para CG-EM.....	38
3.6	Método para DPPH.....	39

4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	41
4.1	Dados obtidos para a atividade antioxidante.....	42
4.2	Dados obtidos do espectro de Infravermelho.....	45
4.3	Dados obtidos para CG-EM.....	49
4.4	Dados obtidos para RMN <sup>1</sup> H.....	54
4.4.1	<b>Propriedades físico-química por RMN <sup>1</sup>H</b> .....	57
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	62
6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63

## 1 INTRODUÇÃO

As pimentas são uma iguaria muito utilizada nos dias de hoje, seja na alimentação, no uso terapêutico ou na ornamentação. Elas contêm uma grande variedade de espécies, sendo mundialmente consumidas desde tempos antigos, conforme registros em diversos livros. Reifschneider (2000, p.14) afirma que os registros mais antigos do consumo de pimentas datam de aproximadamente 9 mil anos, sendo resultado de explorações arqueológicas em Tehuacán, no México. Segundo Bontempo (2007, p.17) existem dois gêneros de pimentas mais populares, o *Piper* e o *Capsicum*, esta última pertence à família das Solanáceas, com uma variedade de 27 espécies conhecidas, sendo a capsaicina alcaloide responsável pela ardência e o princípio ativo mais importante deste gênero, que também é composto pelos pimentões e pimentas.

No Brasil, as pimentas agregam uma importância cultural e têm um histórico de grande consumo pelos índios, em especial na Região Norte, onde seu uso faz parte do dia-dia. Em Roraima é, relatado historicamente o consumo de pimentas do gênero *Capsicum* em diferentes pratos culinários tradicionais, tanto por povos indígenas como não-indígenas, e a comercialização deste condimento vem crescendo nas feiras livres da capital Boa Vista, mostrando assim que a população em geral está tendo uma maior aceitação das pimentas em sua alimentação e uso. Contudo, há poucos relatos de trabalhos de pesquisa sobre a caracterização físico-química dessas pimentas cultivadas no Estado. Por seu consumo estar gradualmente aumentando, conforme a população local se adequa às características culinárias, surge à necessidade do aprofundamento no conhecimento científico sobre as pimentas, tendo em vista que seu uso não se restringe apenas a culinária, mas também relatado na medicina e em alguns cosméticos.

O estudo do óleo fixo traz uma gama de informações sobre os constituintes químicos presentes no fruto. Os óleos fixos e gorduras são diferentes apenas por seu ponto de fusão, os que em temperatura ambiente são líquidos recebem o nome de óleos fixos. "Quimicamente os óleos fixos são compostos predominantemente por triacilgliceróis, que têm ácidos graxos diferentes ou idênticos, esterificados nas três posições hidroxila da molécula de glicerol" (SALGADO et al., 2003, p.1).

O óleo da pimenta, também conhecido como oleoresina, já é bastante utilizado e é a base do spray de pimenta (FRANÇA, 2010, p.99). A oleoresina é um extrato obtido com solvente e apresenta, além dos componentes voláteis, uma fração fixa, composta principalmente por substâncias responsáveis pela pungência, por antioxidantes e pigmentos. As oleoresinas têm como vantagem a presença de componentes de aroma e sabor, sendo estéril e estável durante o armazenamento (BIZZO et al., 2004, p.1).

### 1.1 O Estado de Roraima e as pimentas

O Estado mais setentrional do país, Roraima, tem uma área em torno de 224.301,040 Km<sup>2</sup> e apresenta uma população de 450.479 mil habitantes (IBGE, 2012). Os primeiros relatos que se tem do Estado de Roraima são de Christobal de Acunã, jesuíta e relator de uma expedição que foi até Quito, no Equador (CHAVES, 2016). Depois de tentativas de colonização por Espanhóis, Holandeses e Ingleses, os Portugueses construíram um forte para evitar invasões europeias (VIEIRA, 2003). No final do século XIX, o processo de ocupação territorial nos campos do Rio Branco se deu a partir de fazendas cujo objetivo era criar uma frente pecuarista, que causou uma consequência de afastamento dos índios para a região da Guiana Inglesa (CHAVES, 2016).

Passados anos de luta pela demarcação territorial, em 1962 foi denominado Território Federal de Roraima, e, com a constituição de 1988, Roraima, teve o primeiro voto a governador, o qual tomou posse em 1991 (CHAVES, 2016). Hoje grande parte da população roraimense é formada por indígenas de diversas etnias e sub-etnias, entre elas, podemos citar a Macuxi, Wai Wai, Wapichana, Ingarikó, Tauperang, Patamona, Yanomami, Yekuana e Waimiri-Atroari, sendo a Macuxi a de maior representatividade. As diferentes comunidades indígenas espalhadas por Roraima possuem diferentes línguas, tradições e culinárias. Dentre as muitas comidas tradicionais das comunidades nativas locais, a mais conhecida é o caldo nomeado “damorida”, que tem como principal ingrediente a pimenta.

A palavra pimenta vem do latim *pigmentum*, que significa “matéria corante”. É responsável por incrementar vários pratos culinários de indígenas e não-indígenas

de Roraima, especialmente as pimentas do gênero *Capsicum*, que são encontradas na América Latina e ao redor do mundo. Atualmente são aproximadamente 150 morfotipos dessa espécie, devido à grande facilidade em acontecer cruzamentos entre a mesma espécie com espécies desiguais. (BONTEMPO, 2007).

Reifschneider e Ribeiro (2008, p.11) destacam que diversos relatos de exploradores do Brasil-colônia demonstram que a pimenta era amplamente cultivada e representava um item significativo na dieta das populações indígenas, e que os índios Caetés foram os primeiros brasileiros a usar a pimenta como arma, ao arremessar pó de pimenta seca contra os inimigos.

São encontrados relatos do uso de pimentas em caldos, molho e pimenta fresca, segundo Barbosa et al., (2006, p.25), Koch-Grüberg foram dois pesquisadores que percorram toda a região dominada pelo Monte Roraima e Serra, durante uma investigação etnológica entre os anos de 1911-13, foi possível encontrar em seus relatos comentários do uso do “[...]caldo de pimenta”, da “[...]salsa de pimenta” e da “[...]pimenta fresca”. Ainda segundo o autor relata-se que Diniz (1972) escreveu sobre a damorida como uma das “[...] comidas típicas” “[...] de maior aceitação entre o povo Macuxi sendo que, o caldo é preparado à base de “[...]pimentas e folhas de pimenteiras[...].” O mesmo autor escreve que, “dentre as cinco espécies de pimentas domesticadas, reconhecidas atualmente, apenas *C. pubescens* Ruiz e Pavon não é encontrada em Roraima. ”

O uso dessas pimentas *Capsicum* tem aumentado com o decorrer dos anos, hoje são encontradas, facilmente, para a comercialização em feiras de produtos rurais de Boa Vista.

Devido à grande migração dos últimos anos, uma parte dos morfotipos presentes aqui não possui nem mesmo o nome comum regional, sendo que seus potenciais usos econômicos no sistema de produção local ainda são desconhecidos (BARBOSA et al., 2006, p.27).

## 1.2 Pimentas do gênero *Capsicum*

Segundo Carvalho e Bianchetti (2008, p.46), o gênero *Capsicum*, deriva do grego Kapso, e tem por significado picar ou arder, é representado pelos pimentões, pimentas doces e pimentas picantes. Cronquist (1998, apud Barbosa et al., 2006) relata que suas espécies se enquadrem na seguinte taxonomia:

Reino: Plantae

Divisão: Spermatophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Solanales

Família: Solanaceae

Gênero: *Capsicum*

O gênero *Capsicum* apresenta grande variação morfológica, com frutos de tamanhos, formatos, cores e pungências variadas, a coloração do fruto maduro é geralmente vermelha, podendo variar desde amarelo-leitoso ao roxo ou preto. De acordo com Costa (2007, p.4), o formato varia com as espécies, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares ou cônicos, quadrados, campanulados. Reifschneider (2000, p.25) descreve a existência de cinco espécies conhecidas como domesticadas *Capsicum annum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. Essas cinco espécies formam três complexos de *Capsicum*: complexo *C. annum*, complexo *C. baccatum*, e complexo *C. pubescens*.

## 1.3 *Capsicum chinense* Jacq

Dos autores consultados, a maioria afirma que esta é a espécie mais brasileira de todas as espécies, pois foi domesticada e cultivada pelos indígenas da Amazônia, sendo essa a área com maior frequência e diversidade desta espécie. Segundo Barbosa et al. (2006, p.44), é a espécie com mais variados tipos de forma, sabor, ardência e cores em Roraima, e verificaram que a espécie *C. chinense* foi

predominante entre os 78 morfotipos identificados em áreas indígenas, e que a mesma espécie é apontada por migrantes de diversas regiões do país, como a mais cultivada. O morfotipo de pimenta “Olho de peixe” (Figura 1) pertence a esta espécie e é bastante utilizada na Região Norte, apresenta a forma arredondada e os frutos maduros são amarelos, é conhecida entre os consumidores por possuir um forte ardor.

Figura 1 – Morfotipo de pimenta “Olho de peixe” produzida na vitrine tecnológica da Embrapa/RR



Fonte: AUTORA.

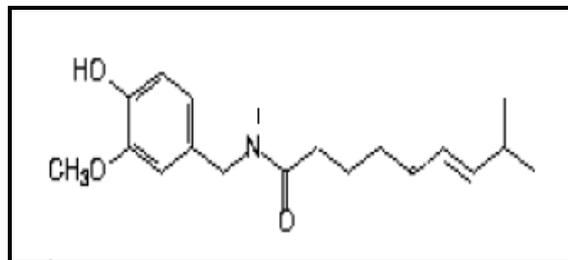
#### 1.4 Composição química das pimentas *Capsicum*

Os minerais contidos nas pimentas encontram-se nas formas de vitaminas, alcaloides, carotenoides entre outros. As pimentas contêm uma característica singular, o ardor, picância ou pungência, e isso acontece porque possui capsaicinóides, que são alcaloides com estruturas químicas ligeiramente diferentes entre si. A definição de alcaloide utilizada foi estabelecida por Pelletier em 1983 (ALCALÓIDE, 2015), e até o momento continua sendo a mais adequada para o termo, sendo definido como: “substância orgânica cíclica, de caráter básico e origem

natural (quase exclusivamente vegetal), que apresenta atividade biológica, contendo em sua fórmula basicamente de nitrogênio (N), oxigênio (O), hidrogênio (H) e carbono (C) ”.

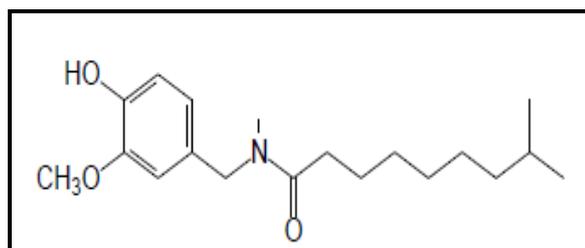
São encontradas as seguintes concentrações de capsaicinóides: Capsaicina 69% (Figura 2), Dihidrocapsaicina 22% (Figura 3), nordihidrocapsaicina 7%, homocapsaicina 1% e homodihidrocapsaicina 1 % (BONTEMPO, 2007, p.50). Quimicamente, a capsaicina é 8-metil-N-vanilil 1-6-nonamida, um composto irritante para os mamíferos.

Figura 2 - Estrutura química da Capsaicina



Fonte: COSTA (2007).

Figura 3 - Estrutura química da dihidrocapsaicina



Fonte: COSTA (2007).

A capsaicina e os outros capsaicinóides são encontrados quase exclusivamente na placenta e nas sementes e, em menor quantidade, no pericarpo (RÊGO et al., 2011, p.79). Além dos capsaicinóides, as pimentas são muito ricas em vitaminas A, C e E, ácido fólico, zinco, betacaroteno, também armazenam potássio e não possuem colesterol.

Atualmente é conhecido os altos teores vitamínicos das pimentas, os seus principais nutrientes são, o Ca (cálcio), vitaminas A e C, sendo que em algumas variedades de pimentões pode-se encontrar até 340 miligramas de vitamina C a cada 100 g do fruto (NETO, 2004, p.20), sendo um valor alto quando comparado a outro condimento, como o alho, que apresenta 30 mg/100g de vitamina C (LÉONEZ, 2008).

Os cuidados que se devem tomar ao ingerir as pimentas são os mesmo com qualquer outro alimento, exceto para pessoas que apresentam quadros de gastrite e hemorróidas, onde seu uso não é permitido pois a capsaicina pode agravar a situação.

Estudos foram feitos em 1997, na Inglaterra para determinar o nível tóxico e dos capsaicinóides em camundongos (intravenosa e subcutâneamente) e depois com humanos voluntários em doses não letais, os resultados apontados foram que 0,56 mg (intravenosa) por quilo do animal de capsaicina pura e 190 mg, consumida, é uma dose letal, já nos humanos a dose tóxica provável seria de 13 gramas de capsaicina cristalina pura, mas para morrer uma pessoa teria que ingerir 1,8 litros de molho Tabasco de uma só vez (BONTEMPO, 2007, p.110).

Segundo Bontempo (2007, p.89) dentre muitos benefícios para a saúde a pimenta, também, ajuda a emagrecer (a cada seis gramas de pimenta são queimadas 45 calorias), antidepressivo, bactericida, ajuda na liberação de endorfina e é um alimento funcional que além de nutrir, possui componentes que promovem e preservam a saúde. Estudos recentes mostram a ação da capsaicina no combate das células anômalas do câncer de próstata.

### 1.5 Parâmetros de análise

O estudo da composição química dos frutos de diversos tipos de pimenta vem crescendo devido a necessidade de ter o conhecimento para ser utilizado na nutrição humana, dentre várias determinações possíveis para esta pesquisa foram analisados o teor de cinzas, teor de umidade, lipídios, proteínas, pH, vitamina C, de acordo com os métodos descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL), por serem as análises mais frequentes em alimentos, e a caracterização do óleo fixo por métodos espectrofotométricos.

### 1.5.1 Teor de cinzas

Resíduo por incineração ou cinzas e o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a (550-570)°C. Nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento. Geralmente, as cinzas são obtidas por ignição de quantidade conhecida da amostra (IAL, 2008).

### 1.5.2 Teor de umidade

Todos os alimentos, qualquer que seja o método de industrialização a que tenham sido submetidos, contem água em maior ou menor proporção. Geralmente, a umidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada em: umidade de superfície, que refere-se a água livre ou presente na superfície externa do alimento, facilmente evaporada, e, umidade adsorvida, referente a água ligada, encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo. A umidade corresponde à perda em peso sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida (IAL, 2008).

### 1.5.3 Lipídios

Os lipídios são compostos orgânicos altamente energéticos, contem ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. Os lipídios são substâncias insolúveis em água, solúveis em solventes orgânicos, tais como éter, clorofórmio e acetona, dentre outros. Estes são classificados em: simples (óleos e gorduras), compostos (fosfolipídios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis). Os óleos e gorduras diferem entre si apenas na sua aparência física, sendo que a temperatura ambiente os óleos apresentam aspecto líquido e as gorduras, pastoso ou sólido (IAL, 2008).

#### 1.5.4 Proteínas

A determinação de proteínas baseia-se na determinação de nitrogênio, geralmente feita pelo processo de digestão Kjeldahl. Este método, idealizado em 1883, tem sofrido numerosas modificações e adaptações, porém sempre se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. A matéria orgânica e decomposta e o nitrogênio existente é, finalmente, transformado em amônia. Sendo o conteúdo de nitrogênio das diferentes proteínas aproximadamente 16%, introduz-se o fator empírico 6,25 para transformar o número de g (gramas) de nitrogênio encontrado em número de g de proteínas (IAL, 2008).

#### 1.5.5 Potencial hidrogeniônico

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é um indicante da acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio. Os processos que avaliam o pH são colorimétricos ou eletrométricos. Os primeiros usam certos indicadores que produzem ou alteram sua coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio. São processos de aplicação limitada, pois as medidas são aproximadas e não se aplicam as soluções intensamente coloridas ou turvas, bem como as soluções coloidais que podem absorver o indicador, falseando os resultados. Nos processos eletrométricos empregam-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 2008).

#### 1.5.6 Vitamina C

A vitamina C, ou ácido ascórbico corresponde ao grupo das vitaminas hidrossolúveis e, como a maioria delas, não se armazena no corpo, sendo eliminada em pequenas quantidades através da urina.

De acordo com Fiorucci et al. (2003, p.1), alguns pássaros, peixes e animais, dentre eles o homem, não sintetizam a vitamina C por não possuírem a enzima *gulonolactona oxidase*, envolvida na biossíntese do ácido L-ascórbico a partir de D-

glicose. Então a única fonte seria a ingestão de alimentos que contenham a vitamina C, como as frutas cítricas, tomates e pimentão verde.

### 1.5.7 Atividade antioxidante

Naturalmente, os alimentos estão em constantes modificações, representadas por alterações físicas, enzimáticas, microbiológicas e químicas, como as reações de oxidação de lipídios e outros nutrientes susceptíveis à ação do oxigênio e radicais livres (COSTA, 2007). Antioxidante é um composto que protege o sistema biológico contra o efeito nocivo de processos ou reações que podem causar oxidação excessiva, dentre os diversos métodos que podem ser utilizados para determinar a atividade antioxidante, o método do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), que se baseia na captura do radical orgânico vem sendo muito utilizado (RUFINO et al., 2007). As pimentas do gênero *Capsicum* tem um histórico favorável quanto à atividade antioxidante.

Plantas condimentares, como as pimentas e pimentões (*Capsicum*), sempre foram usadas pelos índios e civilizações antigas para temperar os alimentos, como carnes e principalmente peixes, além de serem utilizadas como conservantes em alimentos, as vitaminas C e E possuem propriedades antioxidantes e estão presentes em altas concentrações em vários tipos de pimentas (REIFSCHNEIDER, 2000).

### 1.5.8 Técnicas de caracterização do óleo fixo

Para a determinação dos constituintes químicos dos óleos são utilizadas as técnicas de Cromatografia Gasosa, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), técnicas espectroscópicas como RMN de  $^{13}\text{C}$  e  $^1\text{H}$ , Espectrometria de Massas (EM), Ultravioleta (UV) e Infravermelho (IV), além das pesquisas bibliográficas que contém compostos para as devidas comparações (MONTEIRO, 2008). Essas técnicas permitem determinar a qualidade e quantidade do óleo. Com o passar dos anos ocorreu uma evolução nessas tecnologias de análises, juntamente, com a evolução

da informática e computadores, passando assim, por modificações nos métodos analíticos. Nesse estudo serão utilizadas as técnicas de RMN  $^1\text{H}$ , IV e CG-EM.

#### 1.5.8.1 Espectroscopia de Infravermelho (IV)

Os compostos que apresentam ligação covalente, sejam orgânicos ou inorgânicos, absorvem várias frequências de radiação eletromagnética na região do infravermelho do espectro eletromagnético. Essa região envolve comprimentos de onda maiores do que aqueles associados à luz visível, que vão de aproximadamente 400 a 800 nm (nanômetro) ( $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ), mas maiores do que aqueles associados a micro-ondas, que são maiores que 1 mm (milímetro). Para a química o que interessa é a região vibracional do infravermelho que inclui radiação com comprimentos de onda entre  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  e  $25\text{ }\mu\text{m}$  ( $1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ). Assim, como ocorre em outros tipos de absorção de energia, as moléculas, quando absorvem radiação na região do infravermelho, são excitadas para atingir um estado de maior energia. Uma molécula absorve apenas frequências selecionadas na radiação do infravermelho. A espectroscopia na região do infravermelho pode ser usada para obter informações acerca dos grupos funcionais da composição dos óleos (PAVIA et. al., 2012, p. 15-17).

#### 1.5.8.2 Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio

Diversos métodos analíticos foram desenvolvidos para avaliar a qualidade dos óleos e gorduras através de técnicas volumétricas convencionais, porém, sujeitas a erro. Em geral, os métodos analíticos oficiais disponíveis para a análise de óleos são pouco sensíveis, morosos, de baixa confiabilidade e seletividade (REDA, 2004).

Através da técnica de RMN é possível obter valores para as propriedades físico-químicas presentes no óleo, tais como área de um próton, prótons olefínicos, total de prótons, índice de iodo, índice de acidez, índice de saponificação, massa molecular média, índice de éster e porcentagem de éster (CARNEIRO et al., 2005).

É um método espectroscópico que pode estudar vários núcleos, sendo que os mais comumente disponíveis são os de hidrogênio e carbono. Enquanto, a espec-

troscopia no infravermelho revela os tipos de grupos funcionais presentes em uma molécula, a RMN oferece informações sobre o número de átomos magneticamente distintos do isótopo estudado. Por exemplo, quando se estudam núcleos de hidrogênio, é possível determinar o número de cada um dos diferentes prótons não equivalentes, assim como, obter informações a respeito da natureza do ambiente imediato de cada tipo. A combinação de dados de IV e RMN é, muitas vezes, suficiente para determinar completamente a estrutura de uma molécula desconhecida (PAVIA et al., 2012, p. 101).

#### 1.5.8.3 Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas

A cromatografia pode ser combinada a diferentes sistemas de detecção, tratando-se de uma das técnicas analíticas mais utilizadas e de melhor desempenho (CHIARADIA, 2008).

A conexão direta de colunas capilares de cromatografia gasosa ao espectrômetro de massas, sem a interface de enriquecimento, permite várias varreduras de massas rápidas em pontos diferentes de um pico cromatográfico, de modo a testar sua homogeneidade (MONTEIRO, 2008). Desse modo, é possível resolver picos cromatográficos parcialmente superpostos. Assim, a espectrometria de massas acoplada à cromatografia gasosa fornece as fragmentações dos componentes individuais separados (ADAMS, 1995, apud MONTEIRO, 2008, p. 36).

Esta análise faz-se necessária para determinação dos constituintes químicos majoritários e minoritários presentes no óleo fixo (oleoresina) da pimenta.

## 2 OBJETIVOS

### Objetivo Geral

- Determinar o perfil químico e físico-químico e a atividade antioxidante do morfotipo de pimenta conhecido popularmente como “Olho de peixe” (*Capsicum chinense* Jacq).

### Objetivos Específicos

- Determinar o teor de cinzas, umidade, lipídios, proteínas, pH e vitamina C de acordo com os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz.
- Caracterizar espectroscopicamente o óleo fixo do fruto da pimenta Olho de peixe.
- Avaliar a atividade antioxidante da oleoresina da pimenta “Olho de peixe”.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

As análises físico-químicas que incluem os parâmetros de pH, cinzas, umidade, lipídios, proteína bruta e vitamina C, realizadas nos frutos, e, determinam características importantes visando o seu consumo e caracterização. Para realização destas análises foi seguida a metodologia encontrada nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A análise espectroscópica por ressonância magnética nuclear de Hidrogênio (RMN  $^1\text{H}$ ), Cromatografia gasosa acoplada ao espectro de Massas (CG-EM) do óleo fixo foram realizadas na Central analítica da Universidade de São Paulo. O Infravermelho (IV) foi determinado na Central Analítica do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ), bem como o teste de atividade antioxidante (DPPH).

Para todas as análises realizadas nesse estudo foram utilizados frutos inteiros (*in natura* ou em pó) do morfotipo de pimenta Olho de peixe. Todos os reagentes utilizados foram de pureza analítica (P.A), e no preparo das soluções foram feitas as devidas padronizações e calibração de equipamentos. As sementes para germinação foram adquiridas de pimentas comercializadas nas feiras livre de Boa Vista no dia 19/03/2014. As pimentas foram cultivadas na Vitrine Tecnológica da Embrapa/Roraima, para coleta de material necessário a realização deste estudo.

O primeiro passo para o plantio foi a pesagem das pimentas *in natura*, logo depois fatiadas ao meio e retiradas as sementes, estas secaram durante cinco dias em placa de petri com tampa com furo. Após a secagem das sementes, foram plantadas em bandejas plásticas (Figura 4) para germinação no dia 24/03/14, contendo substrato.

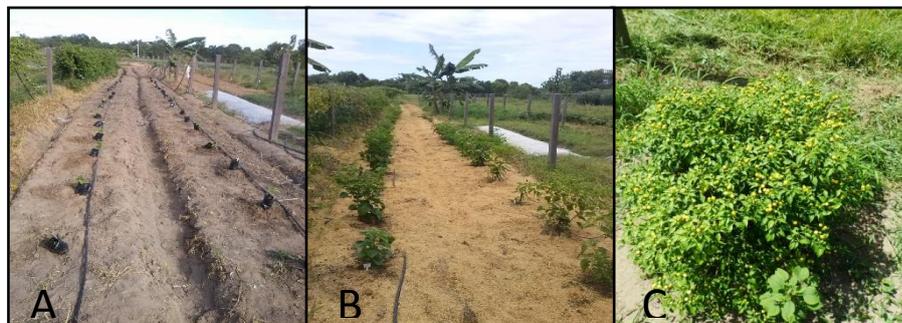
Figura 4 - Bandeja de germinação com substrato com uma semana de plantadas



Fonte: AUTORA.

As pimentas utilizadas foram produzidas na Vitrine Tecnológica da Embrapa/RR com plantio em canteiro com plantas no espaçamento de 1x1 metro (Figura 5), irrigação por gotejamento, controle de pragas (Actara™) e adubação de fundação (200 g por planta) com NPK 08-28-16, Uréia e Cloreto de Potássio (5 g por planta em três aplicações), conforme recomendações técnicas para o cultivo da pimenta em Roraima. As análises foram feitas em triplicata, seguindo a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Os resultados das análises físico-química dos frutos foram calculados no programa Excel 1997-2003 obtendo-se às médias e os desvios padrões.

Figura 5 - Fases de produção das pimentas na Vitrine Tecnológica da Embrapa/RR. A- Plantio definitivo em canteiro; B- Pimentas em desenvolvimento; C- Produção da pimenta Olho de Peixe



Fonte: AUTORA.

### 3.1 Obtenção e preparação das amostras

As pimentas foram coletadas maduras, com um período entre germinação e produção de aproximadamente 200 dias (03/14 a 08/14). Logo após a coleta de no mínimo 500 g de pimentas as mesmas foram lavadas em água corrente e água destilada, fatiadas em pequenos pedaços para serem utilizadas *in natura* para as análises de cinzas, umidade e vitamina C, e em pó trituradas em liquidificador (ARNO), para as análises de pH, lipídios e proteína bruta. Para a extração do óleo fixo foi utilizado a metodologia descrita no item 3.2.3. O Local de coleta fica situado no endereço: Rodovia BR 174, Km 8, Distrito Industrial, Caixa Postal: 133, CEP: 69301-970/ Boa Vista-Roraima.

### 3.2 Análise físico-química

A pimenta é apresentada como um condimento e, portanto, faz-se necessário a análise da composição química da mesma. Os condimentos compreendem certas plantas ou parte delas, contendo substâncias aromáticas, sápidas, com ou sem valor nutritivo, empregados nos alimentos para modificar o seu sabor (IAL, 2008, p.867). As seguintes metodologias descritas abaixo têm como fonte o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### 3.2.1 Determinação do teor de cinzas

Pesou-se 5 g da amostra *in natura* no cadinho de porcelana, previamente aquecida em mufla a 550°C (Figura 6), resfriou-a em dessecador até a temperatura ambiente e foi pesada. As cinzas ficaram brancas. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até as amostras alcançarem peso constante.

Figura 6 - Mufla com cadinhos para análise do teor de cinzas, Embrapa/RR



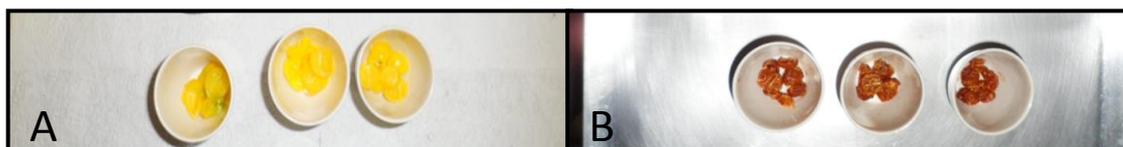
Fonte: AUTORA.

### 3.2.2 Determinação do teor de umidade

A determinação de umidade é um método simples, porém trás informações importantes sobre a quantidade de água presente nos frutos. O resíduo obtido no aquecimento direto e chamado de resíduo seco. O aquecimento direto da amostra a 105°C é o processo mais usual.

Foi pesado 4 g da amostra *in natura* em cápsula de porcelana (Figura 7), previamente tarada. Aquecida durante 3 horas. Resfriada em dessecador até a temperatura ambiente. E por fim foi pesada e feito os devidos cálculos.

Figura 7 - Procedimento para a análise do teor de umidade A: Cápsulas de porcelana com a pimenta olho de peixe *in natura*. B: Cápsulas de porcelana com as pimentas secas



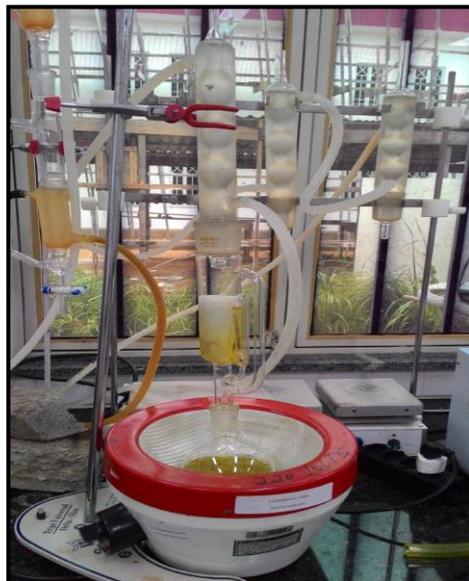
Fonte: AUTORA.

### 3.2.3 Determinação de lipídios - Extração direta em Soxhlet

A determinação de lipídios em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes, nesse caso foi utilizado o Hexano (P.A.). Quase sempre se torna mais simples fazer uma extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet (Figura 8), seguida da remoção por evaporação ou destilação do solvente empregado.

Foi pesado 10 g da amostra em pó no papel de filtro e amarrado com fio de lã previamente desengordurado. Foi transferido o papel de filtro amarrado para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplado o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Adicionado Hexano em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio (aproximadamente 350 mL). Mantido sob aquecimento em chapa elétrica, a extração contínua por 6 horas. Foi retirado o papel de filtro amarrado, destilado o Hexano e transferido o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantendo por cerca de uma hora. Resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado.

Figura 8 - Aparelho extrator de Soxhlet, PPGQ/UFRR



Fonte: AUTORA.

### 3.2.4 Determinação de proteína bruta

A determinação do nitrogênio foi feita através das etapas de digestão, destilação e titulação da amostra pelo método de Kjeldahl. Primeiramente, foram pesados no tubo de digestão aproximadamente 5 g de pimenta em pó. Em seguida, foram adicionados 5 mL de peróxido de hidrogênio 130 volumes, 1 g de catalisador (10 g de sulfato de potássio, 1 g de sulfato de cobre, 0,1 g de selênio) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado.

A amostra foi submetida à digestão em um bloco digestor na capela de exaustão a 380°C até obter uma amostra clarificada.

Os tubos contendo as amostras foram retirados do bloco digestor e mantidos na capela de exaustão para o seu resfriamento. Após o resfriamento, foram adicionados 20 mL de água deionizada e a amostra foi alcalinizada com a adição de 50 mL de hidróxido de sódio 5 N. Este tubo foi acoplado a um destilador de nitrogênio onde o destilado foi recolhido em um erlenmeyer de 125 mL contendo 10 mL do indicador de ácido bórico 2%. Após obter 50 mL do destilado, o mesmo foi titulado com solução padronizada de ácido sulfúrico 0,05 N até o ponto de viragem, através de uma bureta digital, marca Methrom mod. 655 Dosimat.

### 3.2.5 Determinação do pH

A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio. Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH.

Foi pesado em um béquer, 10 g da amostra em pó, e diluída com auxílio de 100 mL de água. Agitada o conteúdo até que as partículas fiquem uniformemente suspensas. Então foi determinado o pH, com o aparelho pHmetro da marca Quimis®

(Figura 9) previamente calibrado, operando de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Figura 9 - pHmetro utilizado para análise da pimenta

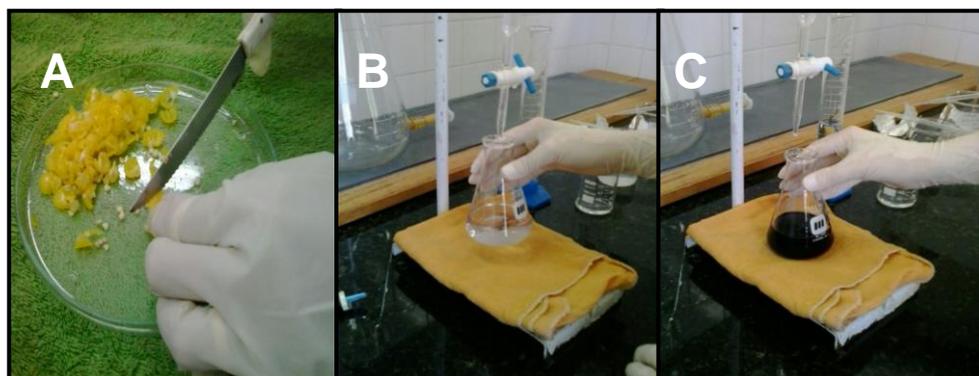


Fonte: AUTORA.

### 3.2.6 Determinação da vitamina C

A amostra foi homogeneizada e pesada uma quantidade que continha ao redor de 5 mg de ácido ascórbico (Figura 10). Transferida para um frasco Erlenmeyer de 300 mL com auxílio de aproximadamente 50 mL de água. Foi adicionado 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20% e filtrado para outro frasco Erlenmeyer, então adicionado 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL da solução de amido a 1% e depois titulado com solução de iodato de potássio a 0,002 M até coloração azul.

Figura 10 – Iodometria para análise quantitativa do teor de vitamina C. A– Pimentas frescas fatiadas, B- Início da titulação, C- Ponto de viragem



Fonte: AUTORA

### 3.3 Método para Espectroscopia no Infravermelho (IV)

Utilizou-se um espectrofotômetro FTIR da marca SHIMADZU modelo IRPrestige-21, equipado com detector TGS na faixa de  $4000$  a  $400\text{ cm}^{-1}$ , utilizando janelas de KBr.

### 3.4 Método para Espectroscopia de RMN $^1\text{H}$

Os espectros de RMN  $^1\text{H}$  foram registados num espectrômetro Bruker Avance 500 modelo DPX operando a 4,7 Tesla, correspondendo a uma frequência de ressonância de 500,13 MHz para núcleos  $^1\text{H}$ , equipado com uma cabeça de sonda de detecção direta quatro núcleos e gradientes de campo no eixo z. As amostras foram analisadas em tubos RMN de 5 mm (Wilmad 507). As amostras de RMN foram preparadas por dissolução de 0,5 mL de o óleo em 0,5 mL de  $\text{CDCl}_3$ . Os desvios químicos são dados em ppm, utilizando TMS (trimetilsilano) como padrão interno. Parâmetros típicos para RMN  $^1\text{H}$  foram:  $30^\circ$  pulso, tempo de aquisição 5,04 segundos, 6,4 kHz janela espectral, 128 varreduras, 298 K pontos de dados.

Foram utilizadas as seguintes fórmulas para os cálculos das propriedades físico-químicas presentes no óleo fixo da pimenta olho de peixe, de acordo com Reda e Carneiro (2006).

- **Área de um próton (Ap)** (Equação 1)

$$A_p = (i + h) / 4 \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

I + H = são os prótons dos dois grupos metílenos do glicerol.

- **Hidrogênios oleofínicos (V)** (Equação 2)

$$V = [(j + k) - A_p] / A_p \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

J + K = é a área correspondente aos prótons vinílicos;

A<sub>p</sub> = Área de um próton

- **Total de prótons (T)** (Equação 3)

$$T = (k + j + i + h + g + f + e + d + c + b + a) / A_p \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

A<sub>p</sub> = Área de um próton

- **Peso molecular médio (MM)** (Equação 4)

$$MM = 119,7 + 7,036 \times T + 5,983 \times V \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

T = total de prótons

- **Índice de iodo (II)** (Equação 5)

$$II = (126,91 \times 100 \times V) / MM \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

V = Número de prótons vinílicos (olefínicos);

MM = Massa molecular média.

➤ **Índice de saponificação (IS)** (Equação 6)

$$IS = [ MM \times (- 0,2358) ] + 398,42 \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

MM = Massa molecular média.

➤ **Relação hidrogênio olefínicos/ alifáticos (R<sub>o,a</sub>)** (Equação 7)

$$R_{o,a} = V / ( a + b ) \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

V = Hidrogênios olefínicos;

A + B = Soma dos hidrogênios alifáticos da molécula do triacilglicerol.

➤ **Índice de acidez (IA)** (Equação 8)

$$IA = 3,0597 \times (R_{o,a})^2 - 6,3181 \times (R_{o,a}) + 3,3381 \text{ (Equação 8)}$$

Onde:

R<sub>o,a</sub> = Relação hidrogênios olefínicos / alifáticos.

### 3.5 Método para CG-EM

As análises por cromatografia em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massas por impacto de elétrons e analisador íon trap (CG-EM-IE-Ion trap), equipamento Varian 2100, foram realizadas utilizando hélio como gás de arraste com fluxo na coluna de 1 mL min<sup>-1</sup>; temperatura do Injetor: 270 °C, split 1:50; coluna capilar (15 m x 0,25 mm) com fase estacionária VF-1ms (100 % metilsiloxano 0,25 µm) e pro-

gramação de temperatura do forno de 60 °C a 200 °C com taxa de aquecimento de 8°C min<sup>-1</sup>, e de 200 °C a 290 °C com taxa de aquecimento de 15 °C min<sup>-1</sup>. No Espectrômetro de Massas as temperaturas do manifold, ion trap e da linha de transferência foram de 50 °C, 190 °C e 200 °C, respectivamente. Foram injetadas alíquotas de 1,0 µL (injetor automático CP-8410) das amostras diluídas na proporção de 20 µL em 1,5 mL de clorofórmio.

### 3.6 Método para DPPH

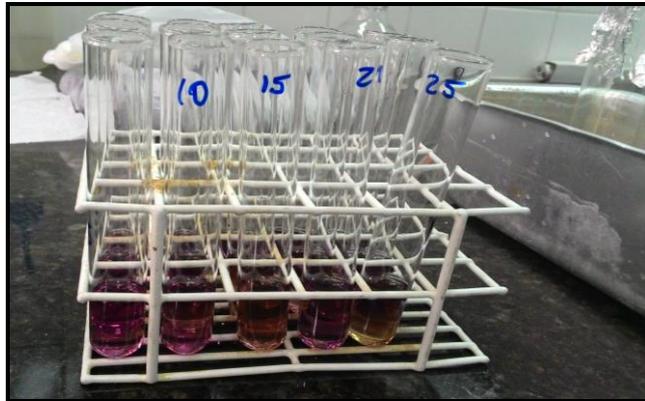
A metodologia consiste na medida da extensão da absorção do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH) em 515 nm (MIRANDA; FRAGA, 2006). A determinação da atividade antioxidante foi realizada em triplicata por método de espectrofotometria de absorção molecular UV-VIS. A técnica consistiu na incubação por 10 minutos de 500 µL de uma solução metanólica de DPPH 0,1 mM com 500 µL de soluções contendo concentrações crescentes de óleo fixo (500; 1000; 1500; 2000; 2500 µg.mL<sup>-1</sup>) em metanol.

Procedeu-se da mesma forma para a preparação da solução denominada controle, porém substituindo-se 500 µL da amostra em 500 µL de solvente metanol. Para a solução denominada “branco”, foi utilizado solvente metanol. O percentual de captação do radical DPPH foi calculado em termos da porcentagem de atividade antioxidante (AA %)

$$AA \% = \frac{100 - (Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100}{Abs_{controle}}$$

Analisa-se as amostras em espectrofotômetro de absorção molecular UV-Visível (UV- 1800, SHIMADZU) em comprimento de onda de 515 nm com objetivo de avaliar a absorbância das diferentes concentrações das amostras e anotar os resultados. Depois da avaliação foi calculada a concentração de óleo fixo necessária para capturar 50 % do radical livre DPPH (IC<sub>50</sub>) por análise de regressão linear (CARBONARI, 2005).

Figura 11 – Amostras de óleo fixo do fruto da pimenta com DPPH para leitura em Espectrômetro UV-VIS



Fonte: AUTORA.

## 4 Resultados e Discussão

Os resultados observados para a composição físico-química do morfotipo de pimenta “Olho de peixe” avaliado são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises físico-químicas em triplicata

Parâmetros	P. Olho de Peixe ( <i>C. chinense</i> Jacq)	Faixa de teores da literatura
Umidade (%) ( <i>in natura</i> )	82,60 ± 0,03	80,5-89,0 g/100g <sup>1</sup>
Cinzas (%) ( <i>in natura</i> )	1,15 ± 0,01	0,6 a 1,00 g/100g <sup>1</sup>
Proteínas (%) (pó)	1,50 ± 0,06	1,3 a 1,8 g/100g <sup>1</sup>
Lipídios (%) (pó)	2,22 ± 0,20	1,0-1,6 g/100g <sup>1</sup> e 3,26 g/100g <sup>2</sup>
pH (pó)	4,98 ± 0,01	3,6-5,1 <sup>1</sup>
Vitamina C (mg / 100g) ácido ascórbico ( <i>in natura</i> )	31,66 ± 4,40	52 a 134 mg/ 100g <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lutz e Freitas (2008); <sup>2</sup>IBGE (2008-2009).

De acordo com a Tabela 1, os resultados para o teor de umidade, proteínas, lipídios e pH encontram-se dentro dos intervalos registrados na literatura para o gênero *Capsicum*.

Em relação ao teor de cinzas, o resultado da composição química foi ligeiramente superior ao conteúdo médio para o gênero *Capsicum*, ratificando a afirmação de Reifschneider (2000), de que as pimentas são alimentos importantes como fontes de minerais.

Quanto ao teor de vitamina C, foi obtido um valor inferior ao esperado (Tabela 1). Porém Wahyuni, et al., (2011) em trabalhos realizados com a espécie *Capsicum baccatum* obteve um teor de 20,45 mg/ 100g e na espécie *Capsicum annum* 205,94 mg/100 g, e o mesmo autor afirma que o conteúdo de vitamina C nas pimentas são influenciadas pela variedade, pelo estágio de maturação do fruto, pelo processamento, entre outros fatores, mostrando que o resultado encontrado para o morfotipo estudado está dentro da normalidade.

#### 4.1 Dados obtidos para atividade antioxidante

Os resultados da atividade antioxidante do óleo fixo do fruto do morfotipo de pimenta Olho de peixe estudado são apresentados abaixo conforme a curva de calibração do padrão de quercetina (Figura 12, Tabela 2) e os dados da amostra (Figura 13, Tabela 3).

Figura 12 – Curva de calibração do padrão interno de quercetina

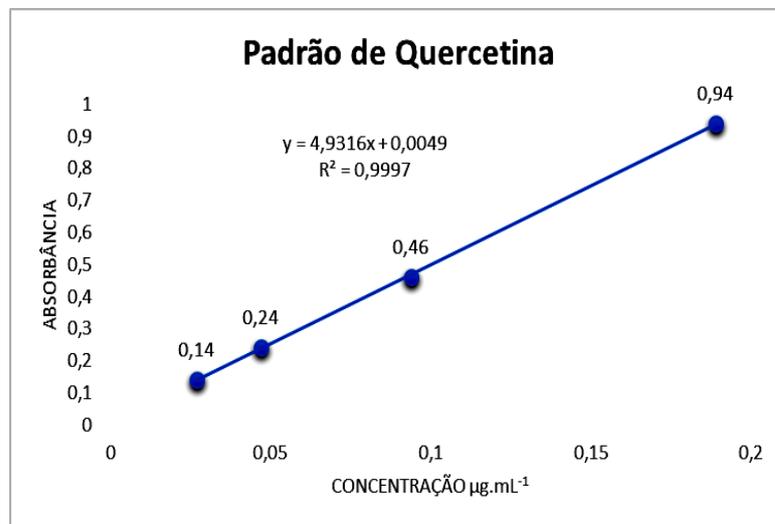


Tabela 2 - Valores da concentração do padrão interno e sua respectiva absorbância ( $\lambda$  415 nm).

CONCENTRAÇÃO (µg.mL <sup>-1</sup> )*	ABSORBÂNCIA MÉDIA
<b>0,189</b>	0,94
<b>0,094</b>	0,46
<b>0,047</b>	0,24
<b>0,027</b>	0,14

\*Concentrações da leitura realizada no espectrofotômetro de UV-VIS

Os resultados encontrados no óleo da pimenta demonstram que o percentual antioxidante aumenta proporcionalmente com a concentração.

Figura 13 – Curva de dados da amostra do óleo fixo da pimenta Olho de peixe

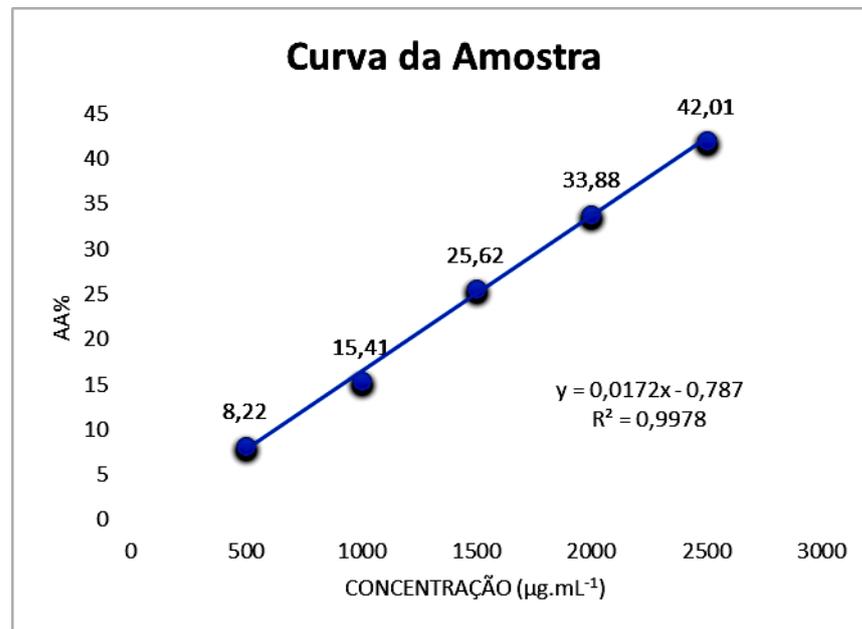


Tabela 3 - Valores da concentração para diferentes valores de Atividade Antioxidante %

CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )	(AA %)rr
500	8,22
1000	15,41
1500	25,62
2000	33,88
2500	42,01

Para o cálculo do  $IC_{50}$  foi utilizada a equação da reta, substituindo o valor de y por 50 para obtenção da concentração da amostra com capacidade de reduzir 50% do DPPH (NEGRI et al., 2009). Os resultados podem ser expressos como a quantidade de antioxidante necessária para diminuir em 50% a concentração inicial de DPPH• ( $EC_{50}$  ou  $IC_{50}$ ) em um tempo de reação fixo (10 minutos) (DUZZIONI et al., 2010).

Os resultados expressos em  $EC_{50}$  demonstram a quantidade de antioxidantes necessária para diminuir em 50% a concentração inicial de DPPH da solução. Dessa

forma, quanto menor o valor do EC<sub>50</sub>, menor terá sido o valor do extrato utilizado para reduzir o radical DPPH• e maior a sua atividade antioxidante (OLIVEIRA, 2011).

A correlação entre a atividade antioxidante (%) e a concentração de óleo utilizado ( $Y=0,0172 \times -0,787$ ) com  $R^2 = 0,9978$ , apresentou um coeficiente de correlação e linearidade bom, fornecendo um IC<sub>50</sub> = 2861,2 µg.mL<sup>-1</sup>, não apresentando um valor bom em comparação com o controle positivo empregado (quercetina= 10,13 µg.mL<sup>-1</sup>), pois para a indústria farmacêutica, quanto menor o IC<sub>50</sub> menos amostra será utilizada para inibir a atividade oxidante. Oliveira (2011), encontrou valores de EC<sub>50</sub> para os extratos alcoólico e aquoso de algumas pimentas *Capsicum* (Tabela 4), e quando em comparação com a amostra do morfotipo de pimenta “Olho de peixe”, pode-se observar que o extrato aquoso da pimenta dedo-de-moça possui um valor que mais aproximou ao encontrado no óleo fixo estudado.

Tabela 4 - Capacidade antioxidante (EC<sub>50</sub> em µg/mL) dos extratos alcoólico e aquoso de pimentas utilizando o radical livre DPPH•

Extratos	EC <sub>50</sub> em µg/mL
Extr. Alcoólico de pimenta malagueta	480,02
Extr. Alcoólico de pimenta dedo-de-moça	1008,24
Extr. Alcoólico de pimenta de cheiro	1798,93
Extr. Alcoólico de pimenta de cheiro (ardida)	651,14
Extr. Aquoso de pimenta malagueta	674,14
Extr. Aquoso de pimenta dedo-de-moça	2559,45
Extr. Aquoso de pimenta de cheiro	1472,02
Extr. Aquoso de pimenta de cheiro (ardida)	1377,15

Fonte: OLIVEIRA (2011)

Costa (2007), apresenta dados (Tabela 5) com a atividade antioxidante de quatro diferentes variedades de pimenta *Capsicum*, quando se aumenta gradativamente a concentração de seus extratos, o aumento da atividade antioxidante também é constatada, (EB- extrato bruto; FC – fração clorofórmica; FA – Fração acetato de etila; BHT – antioxidante sintético). O mesmo acontece para o óleo fixo do fruto da pimenta olho de peixe, que apresentou um resultado positivo

quanto a sua atividade antioxidante.

Tabela 5 - Atividades antioxidantes (%) obtidos em diversas concentrações dos extratos bruto e fracionados das pimentas *Capsicum* e BHT, pelo método DPPH

Pimentas	Extrato/ frações	Concentração de extrato/frações ( $\mu\text{g.mL}^{-1}$ )					
		5	10	25	50	125	250
<i>C. frutescens</i> (malagueta)	EB	*13,90 $\pm$ 3,3 <sup>cd</sup>	*16,08 $\pm$ 3,05 <sup>de</sup>	*20,13 $\pm$ 5,3 <sup>de</sup>	*23,34 $\pm$ 2,62 <sup>de</sup>	*46,01 $\pm$ 13,4 <sup>de</sup>	*56,91 $\pm$ 9,91 <sup>c</sup>
	FC	*40,69 $\pm$ 5,60 <sup>a</sup>	40,71 $\pm$ 9,06 <sup>ab</sup>	55,76 $\pm$ 7,48 <sup>c</sup>	*55,76 $\pm$ 1,56 <sup>de</sup>	*85,95 $\pm$ 1,19 <sup>ab</sup>	86,41 $\pm$ 1,22 <sup>ab</sup>
	FA	17,44 $\pm$ 3,15 <sup>c</sup>	21,71 $\pm$ 3,57 <sup>cd</sup>	39,95 $\pm$ 3,36 <sup>c</sup>	*64,81 $\pm$ 1,09 <sup>cd</sup>	*92,15 $\pm$ 1,92 <sup>a</sup>	*95,90 $\pm$ 2,97 <sup>a</sup>
Média		24,01 <sup>A</sup>	26,17 <sup>A</sup>	34,64 <sup>A</sup>	47,97 <sup>C</sup>	74,70 <sup>A</sup>	79,74 <sup>AB</sup>
<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i> (Pimentão)	EB	17,29 $\pm$ 1,32 <sup>c</sup>	*17,57 $\pm$ 1,45 <sup>de</sup>	22,47 $\pm$ 6,44 <sup>d</sup>	*23,51 $\pm$ 6,43 <sup>g</sup>	*41,88 $\pm$ 8,52 <sup>e</sup>	*58,40 $\pm$ 2,03 <sup>c</sup>
	FC	*5,48 $\pm$ 2,32 <sup>de</sup>	*10,59 $\pm$ 9,19 <sup>def</sup>	*20,46 $\pm$ 1,32 <sup>de</sup>	35,35 $\pm$ 1,09 <sup>f</sup>	57,34 $\pm$ 1,32 <sup>d</sup>	84,24 $\pm$ 1,74 <sup>ab</sup>
	FA	0	0	*9,43 $\pm$ 3,32 <sup>e</sup>	46,46 $\pm$ 7,38 <sup>e</sup>	*90,68 $\pm$ 3,31 <sup>bc</sup>	*96,40 $\pm$ 1,08 <sup>a</sup>
Média		7,59 <sup>C</sup>	9,39 <sup>B</sup>	17,45 <sup>B</sup>	53,93 <sup>D</sup>	63,30 <sup>B</sup>	79,68 <sup>B</sup>
<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (cambuci)	EB	*3,09 $\pm$ 0,29 <sup>e</sup>	*4,51 $\pm$ 1,17 <sup>ef</sup>	10,63 $\pm$ 1,24 <sup>de</sup>	*22,67 $\pm$ 3,21 <sup>g</sup>	*45,57 $\pm$ 2,01 <sup>de</sup>	82,00 $\pm$ 2,18 <sup>ab</sup>
	FC	*13,98 $\pm$ 3,64 <sup>c</sup>	*19,33 $\pm$ 1,31 <sup>d</sup>	36,08 $\pm$ 8,07 <sup>c</sup>	53,47 $\pm$ 2,57 <sup>e</sup>	*76,78 $\pm$ 4,5 <sup>b</sup>	88,89 $\pm$ 1,77 <sup>ab</sup>
	FA	28,59 $\pm$ 2,13 <sup>b</sup>	*52,31 $\pm$ 5,10 <sup>a</sup>	*85,27 $\pm$ 0,94 <sup>a</sup>	*85,64 $\pm$ 0,78 <sup>a</sup>	*87,52 $\pm$ 0,94 <sup>ab</sup>	*90,51 $\pm$ 1,2 <sup>a</sup>
Média		15,22 <sup>B</sup>	25,38 <sup>A</sup>	43,99 <sup>A</sup>	53,93 <sup>B</sup>	69,96 <sup>A</sup>	87,71 <sup>A</sup>
<i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i> (cumari)	EB	*1,09 $\pm$ 0,19 <sup>e</sup>	*5,13 $\pm$ 2,48 <sup>ef</sup>	*12,25 $\pm$ 0,98 <sup>de</sup>	*28,63 $\pm$ 3,80 <sup>fg</sup>	54,42 $\pm$ 2,15 <sup>de</sup>	73,22 $\pm$ 16,04 <sup>bc</sup>
	FC	*31,55 $\pm$ 2,87 <sup>b</sup>	40,75 $\pm$ 2,00 <sup>ab</sup>	*59,54 $\pm$ 2,32 <sup>b</sup>	*74,81 $\pm$ 1,75 <sup>bc</sup>	*83,63 $\pm$ 0,73 <sup>ab</sup>	89,57 $\pm$ 1,17 <sup>ab</sup>
	FA	18,83 $\pm$ 2,45 <sup>c</sup>	34,48 $\pm$ 3,61 <sup>bc</sup>	*57,25 $\pm$ 1,99 <sup>b</sup>	*80,03 $\pm$ 1,10 <sup>ab</sup>	*90,46 $\pm$ 0,77 <sup>ab</sup>	*91,35 $\pm$ 1,96 <sup>a</sup>
Média		17,16 <sup>B</sup>	26,79 <sup>A</sup>	43,01 <sup>A</sup>	61,16 <sup>A</sup>	76,17 <sup>A</sup>	84,71 <sup>AB</sup>
Sintético	BHT	21,76 $\pm$ 3,4	31,52 $\pm$ 1,17	32,90 $\pm$ 6,8	43,58 $\pm$ 12,5	60,1 $\pm$ 5,03	77,02 $\pm$ 0,97

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (média dos extratos) e maiúsculas (média das pimentas) na coluna, não diferem ( $p > 0,05$ ) pelo teste Tukey. \*Médias diferentes ( $> 0$  ou  $< 0$ ) em relação ao antioxidante sintético (BHT), pelo teste Dunnett a 5%.

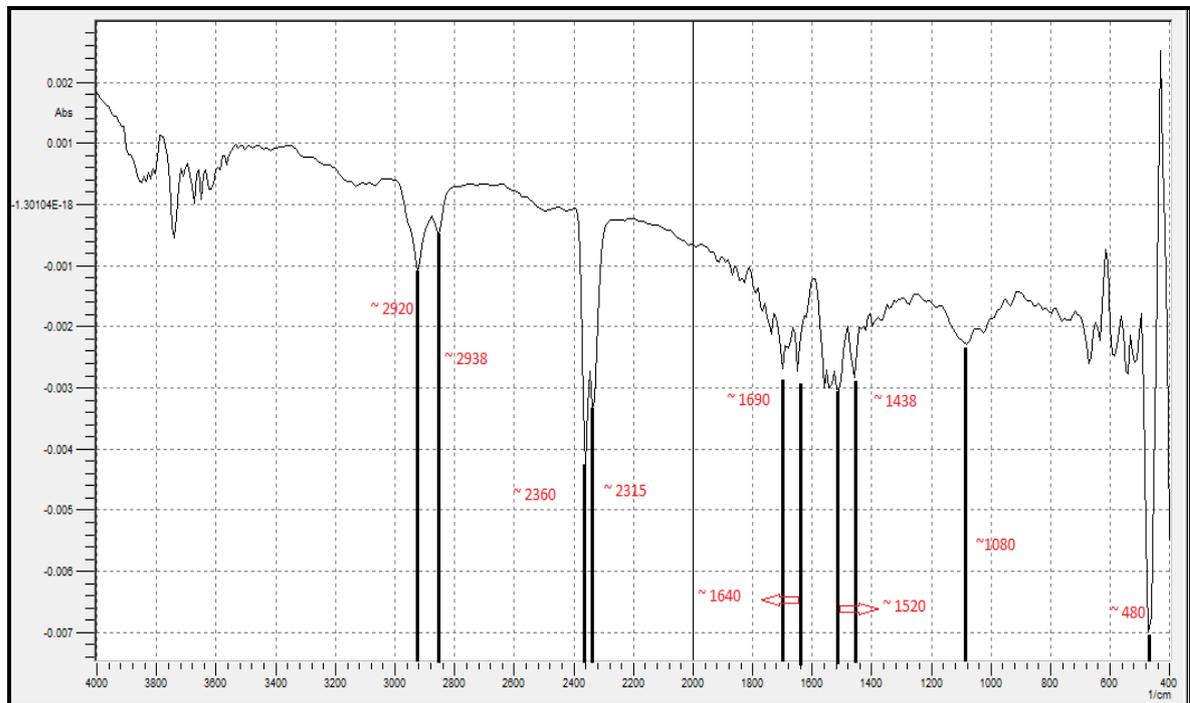
Fonte: COSTA (2007).

#### 4.2 Dados do Espectro do Infravermelho

O espectro na região do infravermelho (Figura 14) mostra quais grupos funcionais estão presentes no óleo fixo.

Observa-se que aparecem bandas de absorção em aproximadamente  $2920 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2938 \text{ cm}^{-1}$  característicos de estiramento  $-\text{CH}$  de alifáticos. Em  $1690 \text{ cm}^{-1}$  a  $1640 \text{ cm}^{-1}$  aparecem bandas características do grupo funcional  $\text{C}=\text{O}$  de estiramento de amidas não substituídas e livres. Em  $1520 \text{ cm}^{-1}$  apresenta uma banda fraca de deformação angular de N-H, muitas vezes obscurecida pela banda  $1560 \text{ cm}^{-1}$  de aromáticos, esta banda também é usada para caracterizar aminas e amidas secundárias. Em  $1080 \text{ cm}^{-1}$  aparece uma banda fraca característica de éter COC. (VOGEL, 2002; PAVIA et al., 2012)

Figura 14 - Espectro na região do Infravermelho do óleo fixo da pimenta Olho de peixe



Os óleos fixos vegetais têm características parecidas em sua maioria, apresentando picos de absorção nos espectros de infravermelho em bandas muito próximas, nas Figuras 15 e 16 observa-se os picos de absorção e seus modos vibracionais para óleos vegetais de Buriti (*Mauritia flexuosa*) e Patauá (*Oenocarpus bataua*) (FIGUEIRA, 2012). Em destaque para bandas aproximadas encontradas também no espectro de infravermelho da pimenta olho de peixe.

Figura 15 - Identificações dos picos nos espectros de absorção no Infravermelho, dos óleos de Buriti e Patauá

Patauá	Buriti	Modos Vibracionais
2852,93	2852,92	Estiramento Simétrico do CH <sub>2</sub>
2868,17	2895,63	Estiramento Simétrico do CH <sub>3</sub>
2921,58	2921,71	Estiramento Simétrico do CH <sub>2</sub>
2957,84	2957,87	Estiramento Assimétrico do CH <sub>3</sub>
3002,61	3004,57	Estiramento =C-H cis
3008,89	3009,58	Estiramento =C-H cis

Fonte: FIGUEIRA (2012).

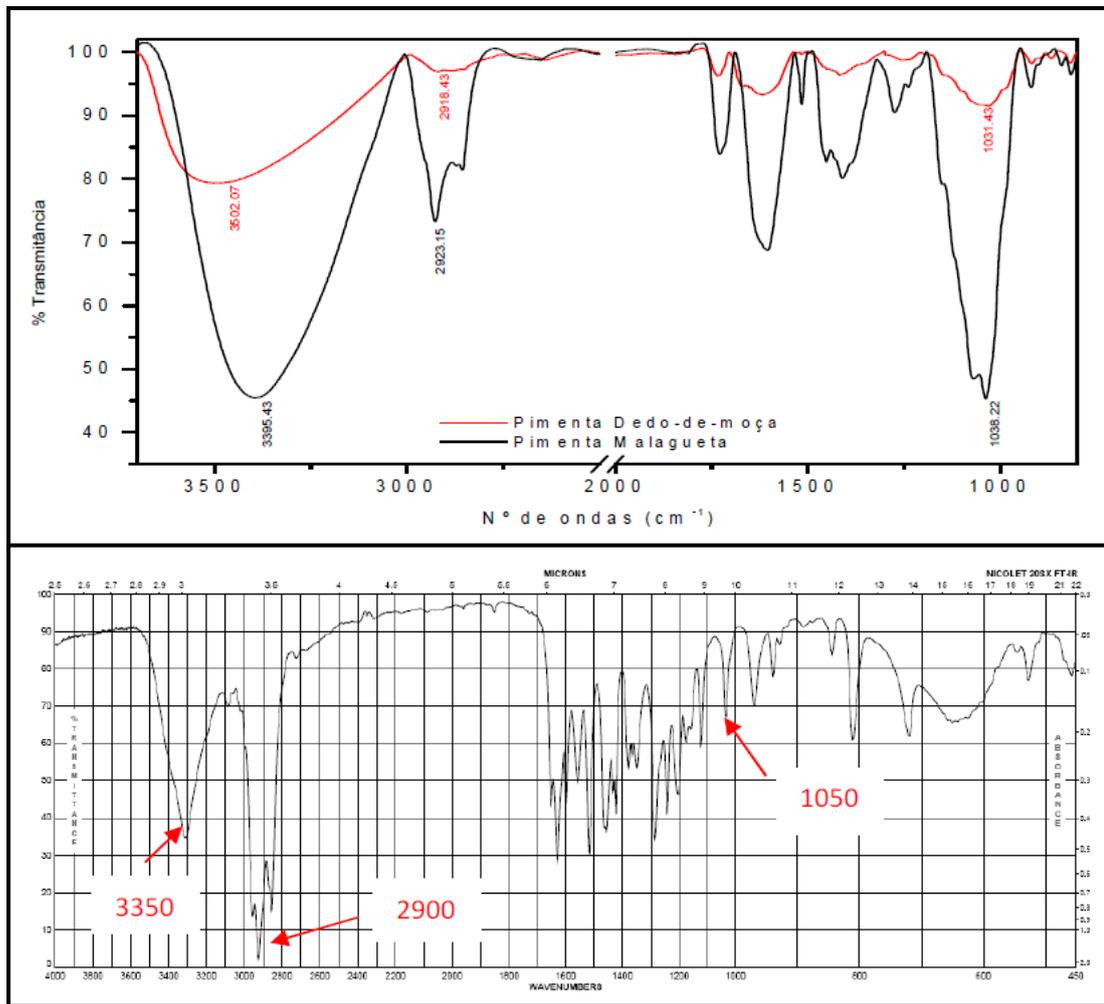
Figura 16 - Posição e identificações dos picos nos espectros de absorção no infravermelho dos óleos de Buriti e Patauí

Picos	Buriti	Patauí	Modos de Vibração
1	588,74	588,74	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
2	694,24	692,5	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
3	721,89	721,95	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos e Triglicérides
4	868,07	868,07	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
5	909,83	909,83	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
6	953,64	959,25	C-C ou -C=C-O Ácido graxo
7	1020,1	1024,04	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
8	1063,4	1063,4	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
9	1094,4	1093,6	C=C-C-O Triglicérides
10	1117	1117	C=C-C-O Triglicérides
11	1141,4	1141,4	C=C-C-O Triglicérides
12	1149	1149,2	C=C-C-O Triglicérides
13	1163,4	1163,4	C-C Triglicérides
14	1187,5	1187,5	C-C Triglicérides
15	1207,8	1207,8	C-C Triglicérides
16	1236,6	1236,6	C-C Triglicérides
17	1262,2	1262,2	C-C Triglicérides
18	1275,4	1275,4	C-C Ácidos Graxos
19	1303,4	1302,9	C-C Ácidos Graxos
20	1319,3	1319,3	C-C Ácidos Graxos
21	1349,4	1349,4	C-C Ácidos Graxos
22	1361,6	1361,6	C-C Ácidos Graxos
23	1368,7	1367,7	C-C Ácidos Graxos
24	1378,2	1378,2	C-H Ácidos Graxos
25	1402,6	1402,6	C-H Ácidos Graxos
26	1417,1	1417,1	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
27	1440,2	1440,4	CH <sub>2</sub> Ácidos graxos
28	1457,4	1457,4	CH <sub>2</sub> triglicérides
29	1464,9	1464,9	CH <sub>2</sub> triglicérides

Fonte: FIGUEIRA (2012).

Na Figura 17, é possível observar três bandas de absorção que aparecem em 3350, 2900 e 1050 cm<sup>-1</sup> característicos dos grupos -OH/-NH, -CH e COC respectivamente (ZIGLIO, 2010). Quando comparados com o IV da pimenta estudada encontra-se semelhança nas bandas de 2920 cm<sup>-1</sup> e 1080 cm<sup>-1</sup>, podendo assim estimar que a molécula de capsaicina pode estar presente no óleo fixo. Na tabela 4 é apresentado as bandas de absorção da pimenta aqui estudada e os possíveis grupos funcionais.

Figura 17 – Oleoresina de capsaicina extraída das pimentas Dedo-de-Moça e pimenta Malagueta e Capsaicina pura a 95%



Fonte: ZIGLIO (2010)

Tabela 6 – Bandas de absorção do óleo fixo da pimenta olho de peixe e seus grupos funcionais possíveis

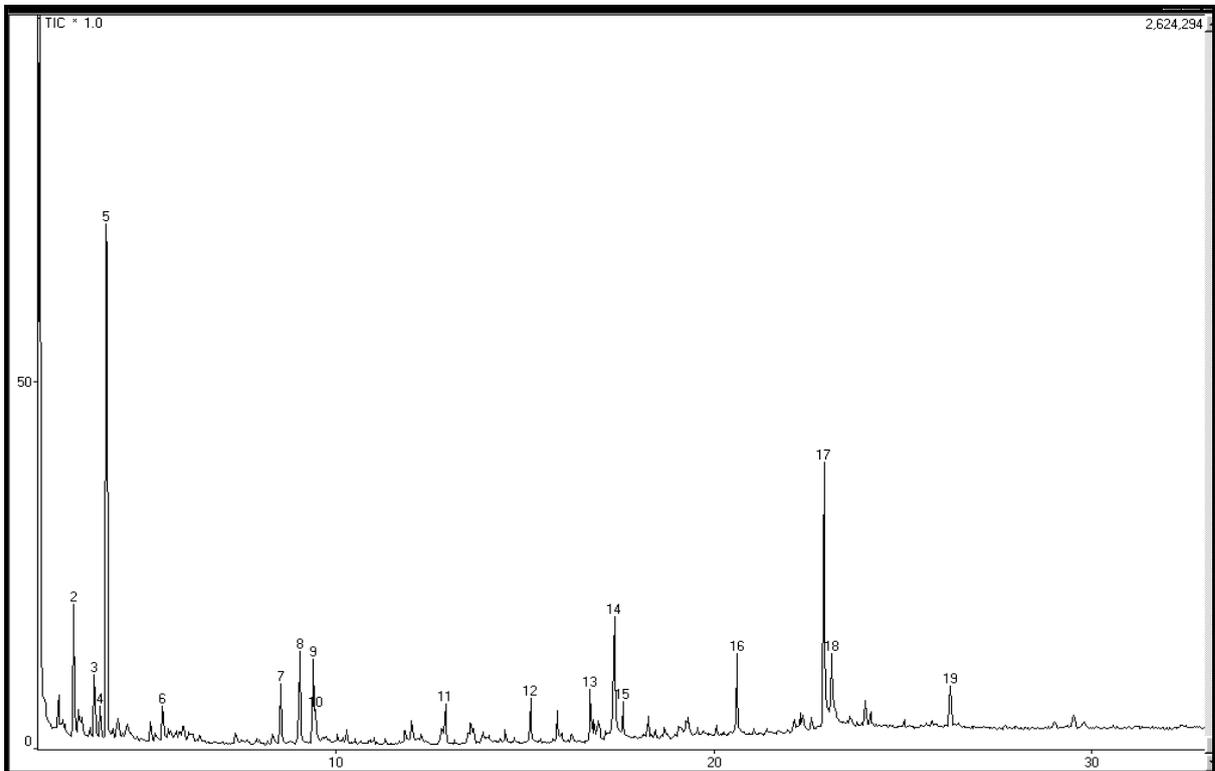
ABSORÇÃO	GRUPOS FUNCIONAIS POSSÍVEIS
2920, 2938 $\text{cm}^{-1}$	Estiramento –CH de alifáticos
1690 a 1640 $\text{cm}^{-1}$	C=O estiramento de amidas não substituídas e livres
1520 $\text{cm}^{-1}$	Deformação angular de N-H
1080 $\text{cm}^{-1}$	Éter COC. (VOGEL, 2002; PAVIA et al, 2012)

### 4.3 Dados obtidos para CG-EM

A oleoresina de *Capsicum* se apresenta como um concentrado grosso, líquido castanho-avermelhado escuro produzido pela extração de frutos com solventes voláteis, contendo mais de 100 produtos químicos (por exemplo, álcoois, carbonilos, ácidos carboxílicos, ésteres, compostos de pirazina, terpenos) no componente volátil da resina (BARCELOUX, 2009).

Na análise de CG-EM realizada, foram detectados ao total 19 constituintes químicos, como apresenta o cromatograma abaixo, Figura 18.

Figura 18 - Cromatograma do óleo fixo do morfotipo de pimenta Olho de peixe



Foram identificados 17 constituintes químicos, sendo considerado 4 deles como majoritários com sua porcentagem acima de 5 %, como mostra a tabela 5:

Tabela 7 – Constituintes químicos quantificados no óleo fixo da pimenta Olho de peixe

PK N°	COMPOSTO	RT	IK	IK*	C (%)
1	<b>2,3-Butanodiol</b>	<b>2,18</b>	<b>761</b>	<b>768</b> <sup>1</sup>	<b>37,13</b>
2	Ciclopropano, 1,1,2,2-tetrametil	3,058	826	649 <sup>2</sup>	3,62
3	2-Hexenal	3,608	826	826 <sup>3</sup>	2,47
4	2,2,5 - Trimetilheptano	3,767	878	878 <sup>5</sup>	0,93
5	<b>2-Heptenal</b>	<b>3,932</b>	<b>890</b>	<b>927</b> <sup>1,2</sup>	<b>13,94</b>
6	Octanal	5,419	999	999 <sup>1</sup>	1,04
7	2-Hexenol	8,546	1228	1228 <sup>3</sup>	1,74
8	(Z)- β-Ocimeno	9,044	1265	1265 <sup>6</sup>	2,92
9	2,4 - Decadienal	9,400	1291	1284 <sup>1,3</sup>	3,36
10	Undecanona	9,467	1296	1296 <sup>3</sup>	0,92
11	2,6-Dimetil-2,7-octadien-6-ol	12,905	1548	1548 <sup>1</sup>	1,02
12	Não identificado	15,151	1713	-	1,03
13	Não identificado	16,738	1830	-	1,67
14	<b>Ácido n-hexadecanóico (Palmítico)</b>	<b>17,375</b>	<b>1876</b>	<b>1950</b> <sup>1</sup>	<b>5,79</b>
15	Ácido linolênico	17,594	1892	2102 <sup>2</sup>	0,89
16	Ácido oléico	20,615	2114	2113 <sup>2</sup>	2,67
17	<b>Capsaicina natural</b>	<b>22,921</b>	<b>2284</b>	<b>2541</b> <sup>4</sup>	<b>13,10</b>
18	Ácido linolêico	23,124	2298	2125 <sup>2</sup>	4,15
19	Hexatriacontano	26,259	2529	3600 <sup>1,2</sup>	1,62
				<b>Total</b>	<b>99,91</b>

PK n° - Pico número; T.R – tempo de retenção; IK – índice de kovats calculado; IK\* - Índice de kovats encontrado na literatura; C (%) – porcentagem do composto. <sup>1</sup> The pherobase (2015); <sup>2</sup> NCBI's Entrez (2015); <sup>3</sup> Acree e Arn (2015); <sup>4</sup> Richardson, Sharpe e Steele (2015). <sup>5</sup> NIST; <sup>6</sup> Nijssen (2013).

O 2,3-butanodiol é um líquido viscoso, incolor e inodoro, é encontrado em pequenas quantidades nos tecidos de plantas e animais superiores. Este composto tem sido bastante estudado na indústria de aromas, é um produto da fermentação alcoólica, sendo considerando um aromatizante quando se encontra em alimentos (MARIOTTO, 2007). No óleo fixo analisado este é o composto que aparece com a

maior porcentagem 37,13%, sabe-se que as pimentas exalam um odor característico e forte. Os componentes químicos da pimenta podem ser divididos em dois grupos, onde o aroma e cor são integrados no primeiro grupo e as vitaminas e minerais no segundo grupo (LUTZ ; FREITAS, 2008).

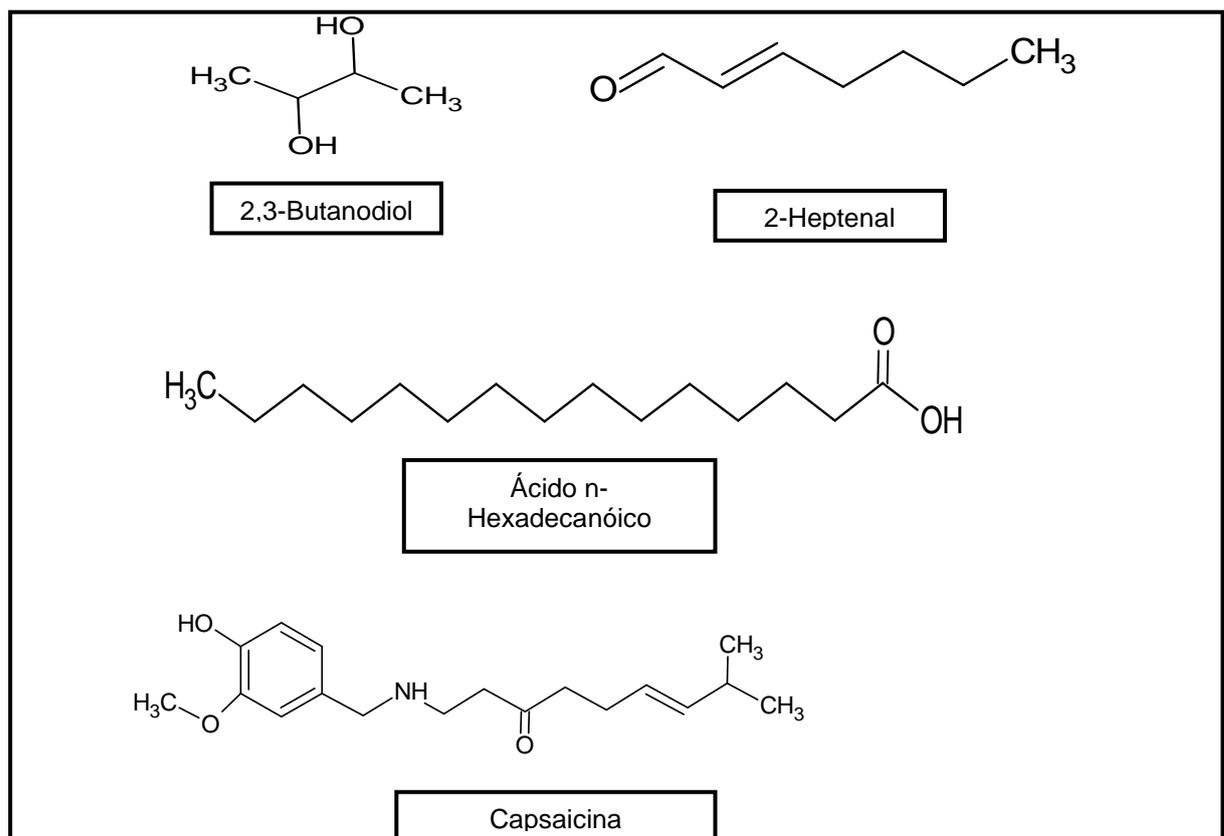
O aldeído 2-heptenal, também, é uma substância odorífica encontrada em plantas (BALDWIN et al., 2000).

Como composto majoritário também foi encontrado o ácido n-hexadecanóico (ácido palmítico). É um sólido branco, com densidade  $0,855 \text{ g/cm}^3$ , ponto de fusão  $62^\circ\text{C}$  e ebulição  $215^\circ\text{C}$ , é insolúvel em água e solúvel em álcool, acetona e clorofórmio aquecido e a sua principal fonte é o óleo de palma (*Elaeis guineenses*) sendo também encontrado no óleo de peixe e óleos vegetais (SALES, 2008). É considerado um ácido graxo.

A capsaicina natural de fórmula  $\text{C}_{18}\text{H}_{27}\text{NO}_3$  é o principal alcalóide responsável pelas propriedades irritantes da mucosa das espécies de plantas do gênero *Capsicum*. A capsaicina é solúvel em etanol, acetona, e óleos, mas é insolúvel em água fria (BARCELOUX, 2009).

A Figura 19 apresenta as estruturas moleculares dos 4 compostos majoritários encontrado no óleo fixo do fruto inteiro da pimenta Olho de peixe.

Figura 19 - Estruturas moleculares dos quatro componentes majoritários encontrados no óleo fixo da pimenta Olho de peixe

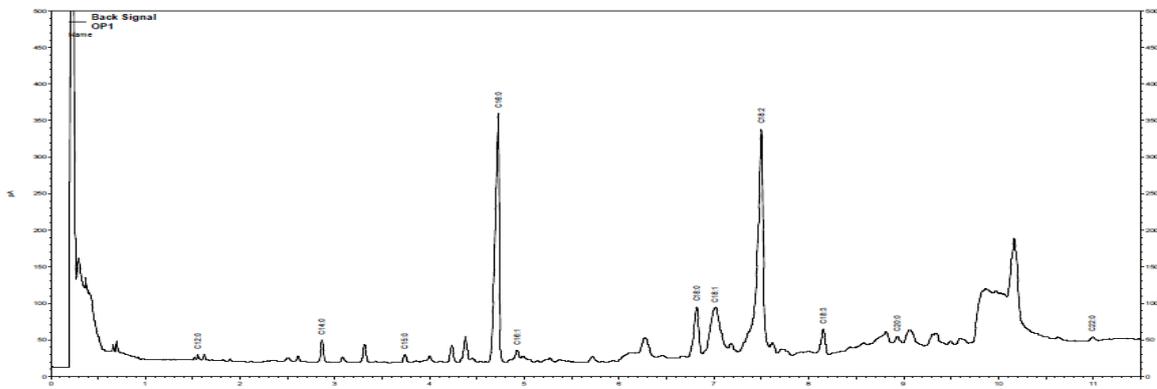


Azevedo (2012) afirma que:

“A ingestão de quantidades elevadas de ácidos graxos saturados está associada a grande incidência de aterosclerose, doenças coronárias e alguns tipos câncer, tais como dos intestinos, próstata e mama. Níveis elevados de colesterol no sangue aumentam o risco de doenças cardiovasculares. Estudos epidemiológicos demonstraram que alguns ácidos gordos saturados, como por exemplo, os ácidos laúrico, tetradecanóico e palmítico são responsáveis pelo aumento do colesterol no sangue. Ácidos gordos saturados (laúrico, tetradecanóico, palmítico e esteárico) demonstraram possuir algumas propriedades biológicas, como por exemplo atividade antimicrobiana”.

Borges et al., (2015) em um estudo de caracterização química e morfoagronômica de pimentas do estado de Roraima, contatou a presença de ácidos graxos no perfil cromatográfico do extrato bruto de seis acessos de pimentas coletadas nas feiras livres da cidade de Boa Vista. O acesso identificado pela autora como OP (Figura 20), é a mesma pimenta objeto deste estudo. O perfil cromatográfico para ácido graxo abaixo (acesso OP), foi realizado em um cromatógrafo a gás não acoplado ao espectro de massas.

Figura 20 - Perfil cromatográfico de ácido graxo (acesso OP)



Fonte: BORGES et al. (2015).

É possível notar a relação entre o pico de número 14, 15, 16 e 18 do cromatograma do óleo fixo da pimenta Olho de peixe, com os ácidos graxos C16:0, C18:1, C18:2 e C18:3 (Tabela 8), pois trata-se respectivamente do ácido palmítico, ácido oleico, ácido linolêico e ácido linolênico, encontrado em ambos.

Tabela 8 - Ácidos graxos presentes nos frutos dos seis acessos de pimentas

Ácidos graxos	Nomenclatura IUPAC	Nomenclatura Usual	CA	MA	ME	MU	OP	PC
C 12:0	Ácido dodecanóico	Ácido láurico	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)
C 14:0	Ácido Tetradecanóico	Ácido mirístico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 15:0	Ácido pentadecanóico	Ácido pentadecílico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 16:0	Ácido hexadecanóico	Ácido palmítico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 16:1	Ácido 9-hexadecenóico	Ácido palmitoleico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 18:0	Ácido octadecanóico	Ácido esteárico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 18:1	Ácido 9-octadecenóico	Ácido oleico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 18:2	Ácido 9,12- octadecadienóico	Ácido Linoleico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 18:3	Ácido 9,12,15- octadecatrienóico	Ácido (alfa)-linolênico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 20:0	Ácido eicosanóico	Ácido araquídico	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
C 22:0	Ácido docosanóico	Ácido behênico	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
Total de ácidos graxos			9	10	11	9	11	11

Fonte: BORGES et al. (2015)

Nota-se que no acesso OP foram identificados 11 ácidos graxos, que provavelmente estarão presentes no óleo fixo da pimenta Olho de peixe estudada.

Segundo Vieira (2006, p. 26),

“Os ácidos graxos monoinsaturados são encontrados na maioria das gorduras animais, aves, carnes de vaca e cordeiro e também em azeitonas, sementes e nozes, sendo o mais comum o ácido oléico (C18:1). Dos ácidos graxos poli-insaturados, o mais importante da família ômega-6 é o ácido linoléico (C18:2), encontrado em maior ou menor abundância em óleos vegetais como os de girassol, milho, soja e algodão. Da família ômega-3 o mais importante é o ácido linolênico (C18:3), encontrado em sementes oleaginosas.”

Simões (2014), em um estudo do conteúdo de ésteres metílicos dos ácidos graxos na oleoresina de *Capsicum*, indentificou dois desses três ácidos em maiores quantidades com a técnica de CG, foram os ácidos linoléico (35,29%), oleico (17,63%) e palmítico (31,80%), já a quantidade de ácido linolênico foi de 4,18%, ainda segundo a autora, a maior contribuição do ácido linoléico é por parte das sementes, e, a elevada quantidade de ácidos linoléico e linolênico contribui para o valor nutritivo da oleoresina.

O ácido oleico tem demonstrado um efeito positivo na redução de colesterol LDL, e o ácido linoleico é um ácido graxo essencial, adquirido através da dieta alimentar. Estudos epidemiológicos têm demonstrado a ação benéfica deste no

combate da diabetes, uma vez que o ácido linoleico pode melhorar a resistência à insulina (AZEVEDO, 2012).

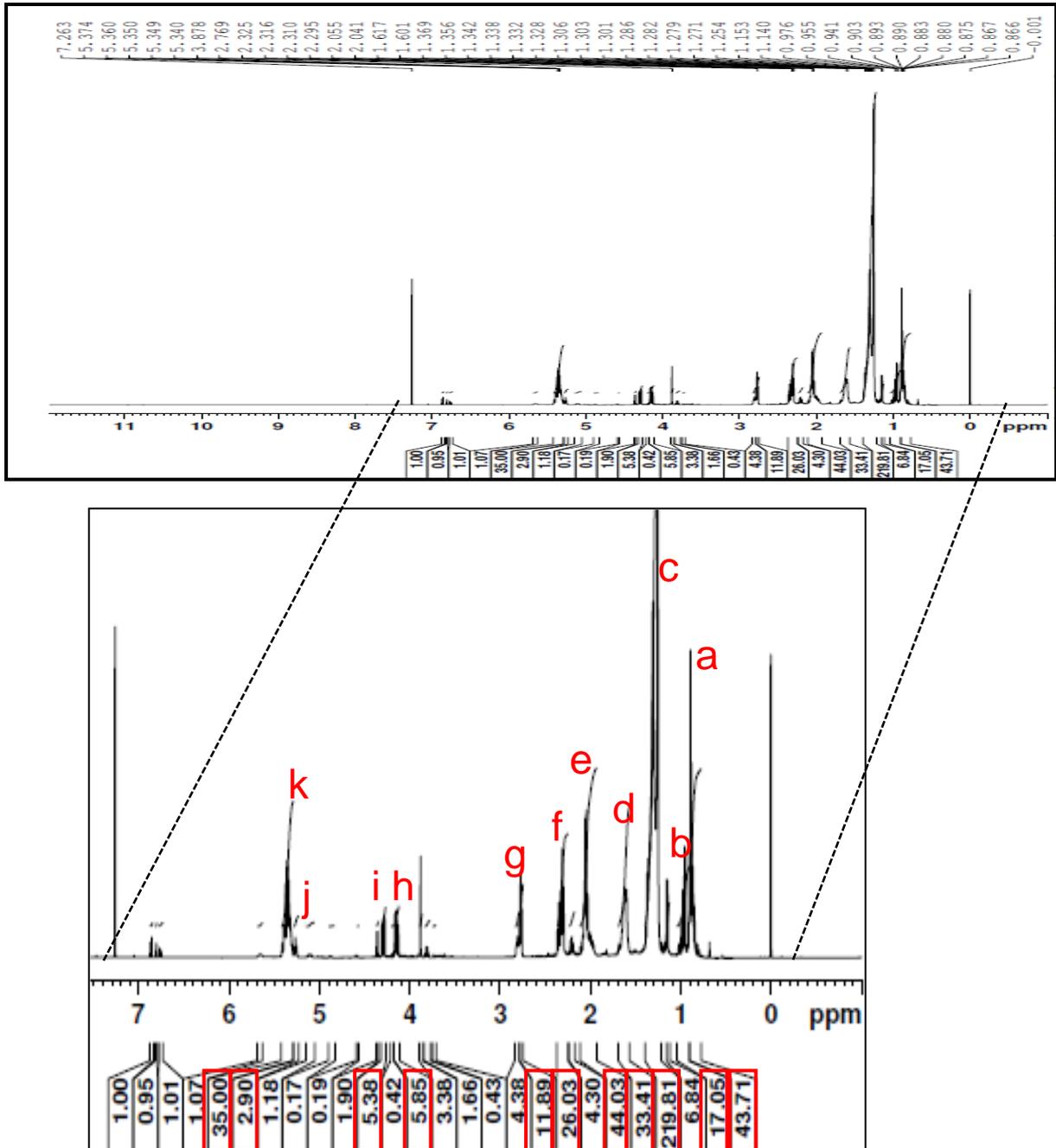
Em um estudo de Azevedo (2012), onde avaliou-se os compostos voláteis presentes nas sementes do pimentão vermelho e verde (*Capsicum annuum*), foram identificados 19 compostos, de diversas classes químicas: 6 aldeídos (Hexanal, heptanal, benzoaldeído, octanal, (E)-2-Octenal, Pentadecanal), 1 álcool (1-Octen-3-ol), 2 cetonas (6-Metil-5-hepten-2-ona, Benzofenona), 3 ésteres (Benzoato de metilo, Octanoato de etilo, Caproato de etilo), 4 monoterpenos ((E)- $\beta$ -Ocimeno, (Z)- $\beta$ -Ocimeno, Mentol, Mirtenal), 1 sesquiterpeno (Carotol) e 2 outros compostos (2-Isobutil-3-metoxipirazina, Miristicina). Os aldeídos mostraram maior representatividade tanto no estudo citado quanto na pimenta aqui estudada, tendo em comum o composto químico majoritário, Heptanal.

Quando comparado com os resultados obtidos na técnica de CG-EM com os dados obtidos no espectro de IV é confirmada a presença da molécula de capsaicina como já esperado, assim como os grupos funcionais, éter, amina, carbonila e hidroxila. Os componentes químicos encontrados na oleoresina do fruto da pimenta, mostram que a mesma possui componentes que são utilizados na indústria de aromas (2,3-Butanodiol e Heptanal), cosméticos, fins medicinais (Capsaicina) e ácidos graxos comuns presentes em diversos vegetais.

#### 4.4 Dados obtidos para RMN $^1\text{H}$

O espectro de RMN  $^1\text{H}$  é uma importante avaliação feita nos óleos vegetais, não distingue somente os diferentes tipos de prótons de uma molécula, mas revela também quanto de cada tipo está contido na molécula (PAVIA, 2012). Com isso é possível identificar, juntamente com outras técnicas, constituintes químicos presentes e avaliar a qualidade de um óleo vegetal para fins tanto alimentícios como industriais. O espectro apresentado na Figura 21, mostra os respectivos deslocamentos químicos ( $\delta$ ) e integrações. O óleo analisado pertence ao fruto inteiro (casca, semente, polpa), mostrando assim, alguns sinais que podem indicar presença de carotenoides, capsaicinóides, polifenóis, flavonoides, entre outros.

Figura 21 – Espectro de RMN  $^1\text{H}$  do óleo fixo do morfotipo de pimenta “Olho de peixe” e ampliação na região entre  $\delta$  7,23 a 0,86 ( $\text{CDCl}_3$ , 500 MHz)



Reda (2004, p. 56) descreve os deslocamentos químicos e seus sinais em ppm da seguinte forma para um óleo vegetal genérico:

Todos os hidrogênios olefínicos (aqueles conectados diretamente nos carbonos das ligações duplas carbono-carbono) mostram deslocamento químico ( $\delta$ ) entre 5,40-5,26 ppm (k). Todos os hidrogênios metílicos – parte saturada da molécula – mostram deslocamento químico entre ( $\delta$ ) 0,80 e 1,00 ppm (a + b). Os prótons olefínicos são observados em ( $\delta$ ) 5,26 – 5,40 ppm

(k); os prótons metilênicos do glicerol em ( $\delta$ ) 4,10 – 4,32 ppm (i + h) [H-1 e H-3]; H-2 o próton metilênico em ( $\delta$ ) 5,25 ppm (j). Os prótons metílicos são observados em ( $\delta$ ) 0,80 – 1,00 ppm (a; b). Somente os prótons metílicos do ácido linolênico são observados em ( $\delta$ ) 0,98 ppm (b); Prótons alílicos internos são observados em ( $\delta$ ) 2,80 – 2,70 ppm (g). Os prótons alílicos externos são observados em ( $\delta$ ) 2,10 – 1,90 ppm (e). Prótons  $\alpha$ -carboxílicos são observados em ( $\delta$ ) 2,34 – 2,22 ppm (f). Os prótons  $\beta$ -carboxílicos são observados em ( $\delta$ ) 1,70 – 1,50 ppm (d).

No óleo fixo da pimenta olho de peixe foram detectados os seguintes deslocamentos químicos (Tabela 9) que possivelmente pertencem aos triacilgliceróis presentes:

Tabela 9 – Hidrogênios, deslocamentos químicos encontrados no óleo da pimenta e deslocamentos químicos encontrados em um óleo vegetal genérico

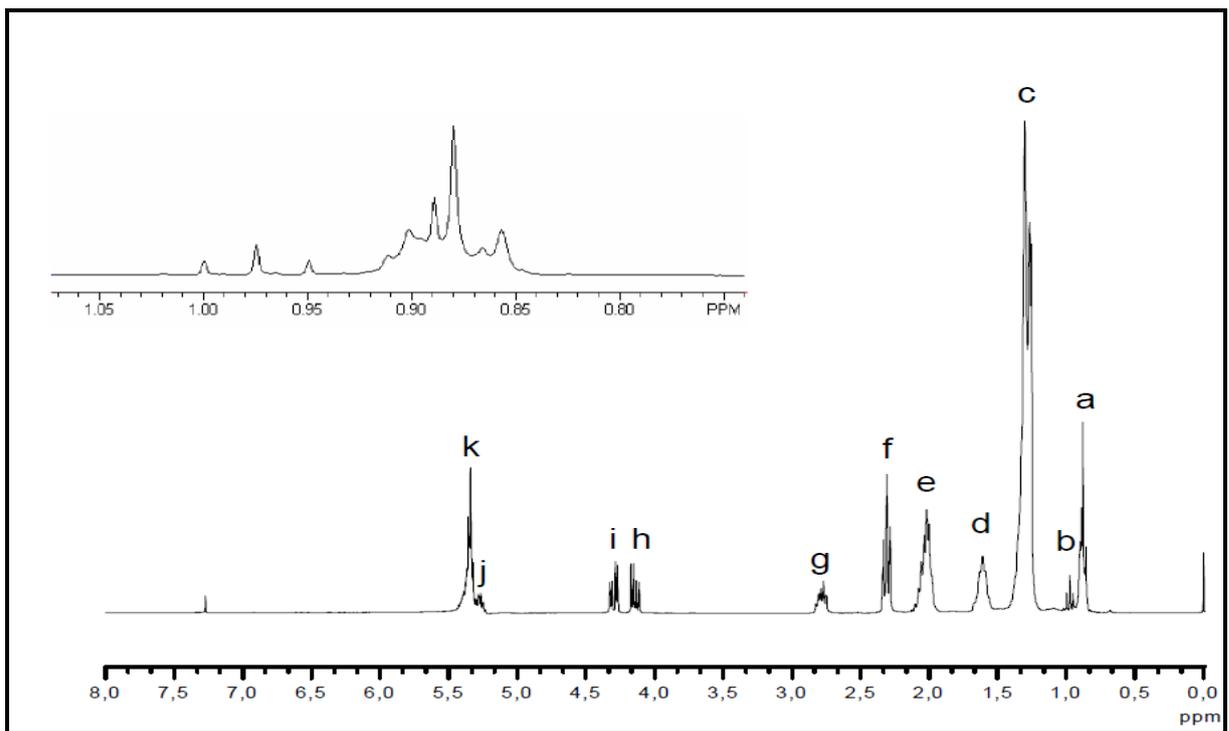
Hidrogênios	Deslocamento químico $\delta$ Pimenta Olho de peixe	Deslocamento químico $\delta$ óleo vegetal genérico (REDA, 2004)
<b>Metílicos do ác. Linolênico</b>	0,97 ppm	0,98 ppm
<b>Alílicos internos</b>	2,76 ppm	2,80 - 2,70 ppm
<b>Alílicos externos</b>	2,05 – 1,6 ppm	2,10 – 1,90 ppm
<b><math>\alpha</math>-carboxílicos</b>	2,32 – 2,29 ppm	2,34 – 2,22 ppm
<b><math>\beta</math>-carboxílicos</b>	1,61 ppm	1,70 – 1,50 ppm
<b>Metílicos</b>	0,86 – 1,14 ppm	0,80 – 1,00 ppm
<b>Olefínicos</b>	5,37 – 5,34 ppm	5,40 – 5,26 ppm
<b>Metilênicos do glicerol</b>	4,11 – 4,35 ppm	4,10 – 4,32 ppm
<b>H – 2 metilênico</b>	5,34 ppm	5,25 ppm

O deslocamento químico ( $\delta$ ) expressa quanto uma ressonância de um próton é deslocada em relação ao TMS (trimetilsilano), em partes por milhão (ppm), na frequência de operação básica do espectrômetro (PAVIA, 2012, p. 109). É apresentado na Tabela 6, os deslocamentos químicos de um óleo vegetal genérico com seus respectivos valores, sendo comparado os deslocamentos químicos ( $\delta$ ) encontrados para o óleo fixo da pimenta aqui estudada, podendo assim notar a semelhança entre

os deslocamentos de prótons, o que afirma a presença de triacilgliceróis, no fruto inteiro, na pimenta olho de peixe.

Na Figura 22, é possível observar os deslocamentos químicos para a fração destacada que apresenta os triacilgliceróis para o óleo vegetal genérico.

Figura 22 – Sinais dos prótons para um óleo vegetal genérico



Fonte: REDA (2004); a = prótons metílicos; b = prótons metílicos do ácido linolênico; c = prótons metilênicos dos ácidos graxos do triacilglicerol; d = prótons  $\beta$ -carboxílicos; e = prótons alílicos externos; f = prótons  $\alpha$ -carboxílicos; g = prótons alílicos internos; h + i = prótons metilênicos do glicerol; j = próton H-2 metilênico do glicerol; k = prótons olefínicos;

#### 4.4.1 Propriedades físico-química por RMN $^1\text{H}$

As propriedades físico-químicas medidas através da RMN  $^1\text{H}$  correspondem às curvas integrais dos espectros, utilizando cada formula descrita no item 3.4

##### Área de um próton ( $A_p$ )

$$A_p = (i + h) / 4$$

$$A_p = (5,38 + 5,85) / 4$$

$$A_p = 2,80$$

Onde:

I + H = são os prótons dos dois grupos metílicos do glicerol.

### Hidrogênios olefínicos (V)

$$V = [ ( j + k ) - A_p ] / A_p$$

$$V = [ ( 2,90 + 35,00 ) - 2,80 ] / 2,80$$

$$V = 12,53$$

Onde:

J + K = é a área correspondente aos prótons vinílicos;

A<sub>p</sub> = Área de um próton

### Total de prótons (T)

$$T = ( k + j + i + h + g + f + e + d + c + b + a ) / A_p$$

$$T = 35,00 + 2,90 + 5,38 + 5,85 + 11,89 + 26,03 + 44,03 + 33,41 + 219,81 + 17,05 +$$

$$43,71 / 2,80$$

$$T = 169,66$$

Onde:

A<sub>p</sub> = Área de um próton

### Peso molecular médio (MM)

$$MM = 119,7 + 7,036 \times T + 5,983 \times V$$

$$MM = 119,7 + 7,036 \times 169,66 + 5,983 \times 12,53$$

$$MM = 1388,38$$

Onde:

T= total de prótons

### Índice de iodo (II)

$$II = ( 126,91 \times 100 \times V ) / MM$$

$$II = ( 126,91 \times 100 \times 12,53 ) / 1388,38$$

$$II = 114,53$$

Onde:

V = Número de prótons vinílicos (olefínicos);

MM = Massa molecular média.

**Índice de saponificação (IS):**

$$IS = [ MM \times (- 0,2358) ] + 398,42$$

$$IS = [1388,38 \times (- 0,2358) ] + 398,42$$

$$IS = 71,04$$

Onde:

MM = Massa molecular média.

**Relação hidrogênio oleofínicos/ alifáticos (R<sub>o,a</sub>):**

$$R_{o,a} = V / ( a + b )$$

$$R_{o,a} = 12,53 / ( 43,71 + 17,05 )$$

$$R_{o,a} = 0,21$$

Onde:

V = Hidrogênios olefínicos;

A + B = Soma dos hidrogênios alifáticos da molécula do triacilglicerol.

**Índice de acidez (IA):**

$$IA = 3,0597 \times (R_{o,a})^2 - 6,3181 \times (R_{o,a}) + 3,3381$$

$$IA = 3,0597 \times (0,21)^2 - 6,3181 \times (0,21) + 3,3381$$

$$IA = 2,14$$

Onde:

R<sub>o,a</sub> = Relação hidrogênios olefínicos / alifáticos.

A tabela 10 apresenta as propriedades físico-químicas por RMN <sup>1</sup>H encontrado em outros óleos vegetais em comparação com o óleo da pimenta Olho de peixe (*Capsicum chinense* Jacq).

Tabela 10 – Propriedades físico-químicas por RMN <sup>1</sup>H de óleos vegetais

PARÂMETROS	Óleo pimenta Olho de peixe ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq)	<i>Annona hypo- glauca</i> Mart Santos et al., (2014)	<i>Citrus limon</i> Carneiro et al (2005)	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart Melo Filho et al., (2014)
Massa molecular média	1388,38 g/mol	965,321 g/mol	867,40 g/mol	889,53 g/mol
Área de um próton	2,80	-	-	-
Prótons olefínicos	12,53	-	-	-
Total de prótons	169,66	-	-	-
Hidrogênios ole / ali	0,21	-	0,69	-
Índice de iodo	114,53 I <sub>2</sub> g/100g	88,94 I <sub>2</sub> g/100g	107,83 I <sub>2</sub> g/100g	66,57 I <sub>2</sub> g/100g
Índice de acidez	2,14	0,64	0,43	4,6
Índice de saponifi- cação	71,04 mg KOH/g	170,80 mg KOH/g	193,89 mg KOH/g	188,67 mg KOH/g

O valor de referência encontrado para o índice de acidez chega até 4,0 mg KOH/g para óleos prensados a frio e não refinados (ANVISA, 2000). O índice de iodo é a medida do grau de instauração de um óleo, definido pela quantidade de halogênio absorvido em 100 gramas da amostra, está relacionado com a quantidade de ligações duplas, e, quanto maior for este índice, maior será a insaturação do óleo (REDA, 2004).

A massa média determinada por RMN, substitui com vantagem a determinação do índice de saponificação por volumetria, uma vez que aquele só serve para dar uma ideia do tamanho da cadeia de ácido graxo que compõe o triacilglicerol (REDA, 2004). O índice de acidez calculado está dentro do recomendado pela ANVISA (2000) se tratando de um óleo não refinado. O índice de saponificação calculado apresentou um valor menor quando comparado com os demais óleos vegetais, ao passo que o índice de iodo apresentou o maior valor quando comparado com os ou-

tros óleos vegetais, significando que seu grau de insaturação é maior no óleo fixo do fruto inteiro da pimenta.

Simões (2014) encontrou em seu estudo dos ácidos graxos presentes na oleoresina de *Capsicum* uma porcentagem maior de compostos insaturados em sua constituição, porém o conteúdo encontrado neste trabalho apresenta uma maior porcentagem de compostos saturados em sua composição.

É possível identificar diferenças entre os valores físico-químicos encontrados no óleo da pimenta estudada quando comparado com outros óleos vegetais, pode-se explicar isso por ter sido utilizado o óleo do fruto inteiro da pimenta, enquanto os óleos vegetais encontrados na literatura pertencem a uma parte do fruto (sementes, polpa, casca, etc). Com base nos dados analisados por essa técnica de RMN  $^1\text{H}$ , com o valor observado de  $R_{\text{O},a}$ , que foi inferior a 0,66 (CARNEIRO, 2006) para o óleo fixo da pimenta aqui estudada, afirma-se que o mesmo não possui características que o tornam comestível como outros óleos comumente utilizados na alimentação humana.

## 5 CONCLUSÃO

- Pode se relatar que os valores físico-químicos da pimenta Olho de peixe cultivada na cidade de Boa Vista/RR, quando comparada com as pimentas da mesma espécie cultivadas em outro Estado, apresentaram resultados dentro do esperado.
- Foi detectada atividade antioxidante da pimenta Olho de peixe, tratando-se se um óleo vegetal, porém o IC<sub>50</sub> não apresentou um bom resultado, sendo necessário 2861,2 µg.mL<sup>-1</sup> para inibir 50% da atividade antioxidante.
- A espectrometria com Infravermelho apresentou resultado esperado de grupos funcionais presentes nos constituintes de óleos fixos, a técnicas de CG-EM confirmou a presença da molécula de capsaicina e substâncias odoríficas.
- A RMN <sup>1</sup>H mostrou que o óleo fixo apresenta outros constituintes além dos triacilgliceróis presentes, sendo necessário um estudo detalhado somente desse óleo. As propriedades físico-químicas do óleo avaliadas através dessa técnica apresentaram bons resultados, porém diferentes dos óleos vegetais ao qual foi comparado. Sabe-se que o óleo da pimenta é utilizado para fins militares e a capsaicina vem desenvolvendo um papel importante como aplicação na medicina.
- As pimentas possuem um grande potencial alimentício, e são cada vez mais aceitas para comercialização nas feiras livres locais. Com os resultados obtidos pode-se dizer que como o aumento de consumo de pimentas do gênero *Capsicum*, pode haver uma melhora a questão de nutrientes e minerais, que são quase sempre deficientes na nutrição humana de um modo geral.

## 6 REFERÊNCIAS

ACREE, T.; ARN, H. **Gas chromatography - olfactometry** (GCO) of natural products Sponsored by DATU Inc. There are 738 odorants listed as of 6.25.04, Available in: <http://www.flavornet.org/flavornet.html>. access in: 19/11/15

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Illinois: Allured, 1995. 118 p.

ALCALÓIDES, Disponível em: [xa.yimg.com/kq/groups/20885262/394264601/name/ALCA](http://xa.yimg.com/kq/groups/20885262/394264601/name/ALCA), acesso em: Julho, 2014.

ANVISA- **Resolução 482**, de Setembro de 1999. Republicada em jul, 2000. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482\\_99.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482_99.htm). Acesso em 09 de dezembro, 2015.

AZEVEDO, J.A.C. de.; **Alterações no perfil metabolômico e biológico de *Capsicum annuum* L.: influência de bactérias promotoras do crescimento**. 2012. 168 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Bioempreendedorismo de Plantas Aromáticas e Mediciniais) Universidade do Minho - Escola de Ciências, Portugal, 2012.

BALDWIN, E.A. et al. Flavor Trivia and Tomato Aroma: Biochemistry and Possible Mechanisms for Control of Important Aroma Components. **HORTSCIENCE**, v. 35(6), p. 10, out. 2000.

BARCELOUX, D.G. Peppers and Capsaicin (*Capsicum* and *Piper* Species). **Disease-a-Month**, p. 71-6, 2009.

BARBOSA, R. A; LUZ, F.J.F; FILHO, H.R, N; MADURO, C.B. **Pimentas de Roraima (Catálogo de Referência)**, Manaus, Amazonas: Editora Inpa, 2006. 93 p.

BIZZO, H. R. et al. **Processo de Obtenção de Oleorresina de Pimenta (*Capsicum ssp*)**. Comunicado Técnico 75 Embrapa, RJ. 2004. ISSN 0103-5231

BONTEMPO, M.; **Pimenta e seus Benefícios à Saúde**. São Paulo: Alaúde, 2007. 149 p.

BORGES, K.M. et al.; Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 292-299, julho-setembro, 2015.

CARBONARI, K.A. **Avaliação do Potencial Antioxidante (In vitro e In vivo) e Antiinflamatório de *Ouratea parviflora*, *Polymnia sonchifolia* e *Marlierea obscura***. 2005.108p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CARNEIRO, P. I. B.; REDA, S. Y.; CARNEIRO, E. B. B. <sup>1</sup>H 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.

CARVALHO S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B. Botânica e Recursos Genéticos. In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.M.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 46 p.

CHAVES, E. **História do Estado de Roraima: A colonização de Roraima**. Acessado em 15/04/2016, Disponível em: [http://uol.iesde.com.br/aprovaconcursos/demo\\_aprova\\_concursos/historia\\_do\\_estado\\_de\\_roraima\\_01.pdf](http://uol.iesde.com.br/aprovaconcursos/demo_aprova_concursos/historia_do_estado_de_roraima_01.pdf)

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**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 623-636, 2008.

COSTA, L. M. da. **Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana do gênero *Capsicum***. 2007. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó - UNOCHAPECÓ, Chapecó, 2007.

CRONQUIST, A. The Evolution and Classification of Flowering Plants. New York: **The New York Botanical Garden**, 1998, 555 p.

DINIZ, E. S. Os Índios Macuxi de Roraima. Marília, São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 1972. 181p. (Coleção Teses, n.9). In: BARBOSA, R. A.; LUZ, F.J.F; FILHO, H.R, N; MADURO, C.B. **Pimentas de Roraima (Catálogo de Referência)**. 2006. 93p. Manaus, Amazonas: Editora Inpa, 2006. 26 p.

DUZZIONI, A.G. et al. Determinação da Atividade Antioxidante e de Constituintes Bioativos em Frutas Cítricas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.21, n.4, p. 643-649, out./dez. 2010.

FIGUEIRA, L. C. **Espectroscopia vibracional (no infravermelho e raman) e espectrofotometria de absorção UV-VIS dos óleos de buriti (*mauritia flexuosa*) e de pataú (*oenocarpus bataua*)**. 2012. 72p. Dissertação (Mestrado) Universidade federal do oeste do Pará, Santarém, 2012.

FIORUCCI, A. R.; SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, É. T. G. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Revista Química Nova na Escola**, n. 17, Maio, 2003.

FRANÇA, T. C. C.; SILVA, G. R.; CASTRO, A. T. de. Defesa Química: Uma Nova Disciplina no Ensino de Química. **Revista Virtual de Química**. v 2, n 2, p. 84-104, 2010.

IBGE- **Pesquisa de Orçamentos Familiares – Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil**. 2008-2009.

IBGE- **Estados**, disponível em: <  
<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rr>> acessado em setembro de 2014.

LÊONEZ, A.C. **Alho: Alimento e saúde**. 2008. 41p. Monografia (Especialização em Gastronomia e saúde). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LUTZ, D. L; FREITAS, S. C. de. Valor Nutricional In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.M.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 32 p.

LUTZ, I. A. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos** (versão eletrônica) /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4ª Ed. São Paulo: 2008, 1020 p.

MARIOTTO, J.R. **Produção de acetoína e 2,3-butanodiol por *Bacillus Polymyxa***. 2007, 92p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MELO FILHO, A.A. et al. Análise Química do Óleo da Casca da Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) **54º Congresso Brasileiro de Química**, Natal- Rio Grande do Norte, 2014.

MIRANDA, A.L.P.; FRAGA, C.A.M. Atividade Sequestradora de Radical Livre Determinação do Potencial Antioxidante de Substâncias Bioativas. **Practical Studies for Medicinal Chemistry**. Genebra: IUPAC, 2006.

MONTEIRO, O. S. **Caracterização do óleo essencial da *Pimenta dioica* Lindl e sua aplicação como atrativo de abelhas *Euglossina***. 2008, 148p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

NCBI's Entrez, **Linked Databases**. Available in:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/search/#collection=compounds>; access in: 19/11/15

NETO, N. L. **Dicionário Gastronômico: Pimentas e suas Receitas**. São Paulo, Boccato editores, 2004, 164 p.

NEGRI. M.L.S. et. al. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss, secas em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19(2B) p. 553-556, Abr./Jun. 2009.

NIJSSEN, B., et al.; **The reliability of Kovats Indices for identification**. Database version 15.2, Disponível em: <http://www.vcf-online.nl/docs/>, acessado em 18/02/2016.

OLIVEIRA, A.M.C. de; **Caracterização Química, Avaliação da Atividade Antioxidante *In Vitro* e Atividade Antifúngica de Pimentas do Gênero *Capsicum spp.*** 2011. 82p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

PAVIA, D. L. et al. **Introdução à Espectroscopia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 699 p.

REDA, Y. S.; CARNEIRO, P.I.B. Parâmetros Físico-Químicos do Óleo de Milho *in natura* e Sob Aquecimento Calculado pelo Programa Proteus RMN H1 **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, v. **12** (2), p.31-36, ago. 2006

REDA, S. Y. **Estudo Comparativo de Óleos Vegetais Submetidos a Estresse Térmico**. 2004. 153p. Dissertação (Mestrado em Tecnológica de Matérias-Primas) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

RÊGO, E.R do; FINGER, F.L.; RÊGO, M.M. do. **Produção, Genética e Melhoria de Pimentas (*Capsicum* ssp.)** Recife: Imprima, 2011, 223 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum Pimentas e Pimentões do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; RIBEIRO, C.S.C. Cultivo. In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.M.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Ed.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 11-14 p.

RICHARDSON, S.; SHARPE, D.; STEELE, J. **Biological Activities of Small Molecules**. Available in: <http://www.chemspider.com/>; access in: 19/11/15

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH, **Comunicado Técnico Emprapa (127)**, Fortaleza, 2007.

SALES, A.L.C. de; et. al. Síntese, Caracterização e Análise Térmica dos Sais de Lítio, Sódio e Potássio do Ácido Palmítico e do seu Ester Etilíco, **Química Nova**, v. 31, nº 7, p. 1722-1726, 2008.

SALGADO, A. P. S. P. et al **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/](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/) 2003, acessado em 19/08/2015.

SANTOS, R.C. dos; et al. Caracterização Química e Físico-Química por RMN de 1H do Óleo das Sementes de *Annona hypoglauca* Mart. **54º Congresso Brasileiro de Química Natal**- Rio Grande do Norte, 2014.

SIMÕES, L.S. **Extração e caracterização de oleorresina de Capsicum obtida a partir de pimentas malagueta (*Capsicum frutescens*) e dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)**. 2014. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2014.

THE PHEROBASE: **Database of Pheromones and Semiochemicals**. Available in: <http://www.pherobase.com>. Access in: 19/11/15

VIEIRA, J. G. **Missionários, fazendeiros e índios em Roraima: A disputa pela terra - 1777 a 1980**. 2003. 285p. Tese (Doutorado em História do Brasil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

VOGEL, **Análise Química Quantitativa**. 6<sup>a</sup> ed., LTC – Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 2002. 462 p.

ZIGLIO, A. C. **Uso da capsaicina como preservante de madeiras ao ataque do fungo apodrecedor**. 2010. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

WAHYUNI, Y. et al. Metabolite biodiversity in pepper (*Capsicum*) fruits of thirty-two diverse accessions: Variation in health-related compounds and implications for breeding. **Phytochemistry**, v.72, n.11/12, p. 1358-1370, 2011.