

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**VIVIAN GABRIELY TAMBORIM AURESCO**

**DETERMINAÇÃO DOS METAIS COBRE, CÁDMIO E CHUMBO EM  
SUPLEMENTOS DE ÓLEO DE PEIXE – OMÊGA-3**

**CAMPO MOURÃO  
2019**

VIVIAN GABRIELY TAMBORIM AURESCO

**DETERMINAÇÃO DOS METAIS COBRE, CÁDMIO E CHUMBO EM  
SUPLEMENTOS DE ÓLEO DE PEIXE – OMÊGA-3**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Profa Dra. Marcilene Ferrari  
Barriquello Consolin  
Co-Orientador: Prof. Dr. Nelson Consolin Filho

**CAMPO MOURÃO  
2019**



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Departamento Acadêmico de Química - DAQUI  
Curso de Licenciatura em Química



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### DETERMINAÇÃO DOS METAIS COBRE, CÁDMIO E CHUMBO EM SUPLEMENTOS DE ÓLEO DE PEIXE – OMÊGA-3

por

Vivian Gabriely Tamborim Auresco

Este trabalho foi apresentado em 02 de dezembro de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Appelt  
(UTFPR)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Estela dos Reis Crespan  
(UTFPR)

---

Profa . Dra . Marcilene Ferrari  
Barriquello Consolin  
(UTFPR)  
*Orientadora*

---

Prof. Dr. Nelson Consolin Filho  
(UTFPR)  
*Co-Orientador*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar o dom da vida e assim disfrutar de todos os Seus sonhos e planos;

Aos meus pais Odair e Eliana, por todo suporte, incentivo, por torcerem pelo meu sucesso e por tudo que me ensinaram e ainda ensinam;

Ao meu esposo e melhor amigo Léo, pelo companheirismo de todas as horas, por sempre me encorajar ao longo desses anos e por sonhar os meus sonhos;

Aos meus amigos Francine, Flávia e Rodrigo, por todas as oportunidades, parceria e ensinamentos;

A Professora Dra. Marcilene Ferrari Barriquello Consolin e ao Professor Dr. Nelson Consolin Filho, pela orientação, incentivo, confiança e amizade durante a realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos;

Ao Moacir por sua valiosa e prestativa ajuda no laboratório de química;

Aos meus colegas de graduação, especialmente ao David pela contribuição a este trabalho;

Aos membros da banca, Professora Dra. Estela dos Reis Crespan e a Professora Dra. Patrícia Appelt pela disposição e por todas as contribuições;

A todos que foram meus professores, ao Departamento Acadêmico de Química e a Coordenação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela infra-estrutura e minha excelente formação;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Os ácidos graxos poli-insaturados da classe Ômega-3, encontrados em peixes marinhos como salmão, arenque, sardinha, atum, entre outros, atuam na prevenção de diversas doenças, como o câncer, as doenças cardiovasculares e crônico degenerativas. A fim de obter os diversos benefícios proporcionados pelo Ômega-3, muitas pessoas buscam acrescentar à sua dieta o consumo deste suplemento, contudo é desconhecido da população que os peixes, matéria-prima para obtenção do Ômega-3, muitas vezes podem estar contaminados com metais. Dessa forma, realizou-se um estudo a partir de cinco amostras comerciais de suplementos de óleo de peixes, para determinar a presença dos metais cobre (Cu), cádmio (Cd) e chumbo (Pb). As amostras foram incineradas e em seguida passaram por um processo de digestão ácida. A partir de soluções obtidas do processo de digestão ácida determinaram-se as quantidades de metais Cu, Cd e Pb nas amostras de óleo de peixe através da análise de Espectrometria de Absorção Atômica com Chama. O estudo mostrou que o metal Cu não foi detectado em nenhuma das cinco amostras de óleo de peixe estudadas. Apenas a amostra A5 apresentou valores detectáveis para o metal Cd e este valor estava dentro do que é permitido (até  $0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$ ). Todas as amostras apresentaram valores detectáveis para o metal Pb, sendo que as concentrações de Pb encontradas nas amostras A2, A3, A4 e A5 estavam acima do valor estabelecido pela lei (até  $0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) e somente a amostra A1 apresentou concentração de Pb que respeitava os limites exigidos.

**Palavras-chave:** Ômega-3, metais e Espectrometria de Absorção Atômica

## ABSTRACT

Omega-3 polyunsaturated fatty acids, found in marine fish such as salmon, herring, sardines, tuna, among others, act to prevent various diseases, such as cancer, cardiovascular disease and chronic degenerative diseases. In order to obtain the many benefits of Omega-3, many people seek to add to their diet the consumption of this supplement, however it is unknown to the population that fish, raw material for obtaining Omega-3, can often be contaminated with metals. Thus, a study was conducted from five commercial samples of fish oil supplements to determine the presence of copper (Cu), cadmium (Cd) and lead (Pb) metals. The samples were incinerated and then underwent an acid digestion process. From solutions obtained from the acid digestion process the amounts of Cu, Cd and Pb metals in the fish oil samples were determined by Flame Atomic Absorption Spectrometry analysis. The study showed that Cu metal was not detected in any of the five fish oil samples studied. Only sample A5 had detectable values for metal Cd and this value was within the allowable range (up to  $0.10 \text{ mg Kg}^{-1}$ ). All samples had detectable values for Pb metal, and Pb concentrations found in samples A2, A3, A4 and A5 were above the law (up to  $0.10 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) and only sample A1 showed Pb concentration that met the required limits.

**Keywords:** omega-3, metals and Flame Atomic Absorption Spectrometry

## LISTA DE SIGLAS

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| ALA                           | Ácido alfa linolênico  |
| DHA                           | Ácido docosahexaenóico   |
| EPA                           | Ácido eicosapentanóico   |
| MUFA                          | Ácido graxo monoinsaturado   |
| PUFA                          | Ácido graxo poli-insaturado  |
| AGs                           | Ácidos graxos  |
| ANVISA                        | Agência de Vigilância Sanitária  |
| ABNT                          | Associação Brasileira de Normas Técnicas   |
| R <sup>2</sup>                | Coefficiente de Linearidade  |
| Cd                            | Elemento químico cádmio  |
| Pb                            | Elemento químico chumbo  |
| Cu                            | Elemento químico cobre   |
| AAS                           | Espectrometria de absorção atômica – do inglês Atomic<br>Absorption Spepctrometry                |
| FAAS                          | Espectrometria de absorção atômica com chama – do inglês<br>Flame Atomic Absotption Spectrometry |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> | Gás Acetileno  |
| g                             | Gramas   |
| g mL <sup>-1</sup>            | Gramas por mililitro   |
| °C                            | Graus Celsius  |
| IDA                           | Ingestão diária aceitável  |
| IDR                           | Ingestão diária recomendada  |
| LQ                            | Limite de quantificação  |
| µg                            | Micrograma   |
| µg kg <sup>-1</sup>           | Micrograma por quilograma  |
| mA                            | Miliampere   |
| mg                            | Miligrama  |
| mg L <sup>-1</sup>            | Miligrama por Litro  |
| mg Kg <sup>-1</sup>           | Miligrama por quilograma   |
| mL                            | Mililitro  |
| mol L <sup>-1</sup>           | Mol por litro  |

|             |  |
|-------------|--|
| nm          | Nanômetro – correspondente a 0,000000001 metro |
| NBR         | Norma brasileira                               |
| $\omega$ -3 | Ômega-3  |
| OMS         | Organização Mundial de Saúde                   |
| ppb         | Parte por bilhão                               |
| ppm         | Parte por Milhão                               |
| Kg          | Quilograma                                     |
| RCD         | Resolução da Diretoria Colegiada               |
| SNC         | Sistema Nervoso Central                        |



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Estrutura de ácidos graxos.....  | 17 |
| Figura 2 – Processo de digestão das amostras. ....  | 24 |
| Figura 3 – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento cobre. ....  | 28 |
| Figura 4 – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento cádmio.....  | 29 |
| Figura 5 – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento chumbo. .... | 30 |
| Figura 6 – Comparação entre a concentração de chumbo em cada amostra. ....                      | 32 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Padrão analítico de diluição para construção da curva de calibração. ....                             | 25 |
| Tabela 2 – Parâmetros operacionais para cada elemento da análise por<br>Espectrometria de Absorção Atômica. .... | 25 |
| Tabela 3 – Parâmetros obtidos para cada elemento na curva de calibração. ....                                    | 27 |
| Tabela 4 – Concentração de cobre nas amostras de óleo de peixe. ....   | 28 |
| Tabela 5 – Concentração de cádmio nas amostras de óleo de peixe. ....  | 29 |
| Tabela 6 – Concentração de chumbo nas amostras de óleo de peixe. ....  | 31 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....  | <b>13</b> |
| 2.1 ALIMENTO FUNCIONAL.....   | 13        |
| 2.2 A IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA-3 COMO ALIMENTO FUNCIONAL.....                         | 14        |
| 2.3 ÁCIDOS GRAXOS.....  | 15        |
| 2.4 FORMAS DISPONÍVEIS PARA O CONSUMO DE ÔMEGA 3 .....                            | 18        |
| 2.4.1 Naturais.....   | 18        |
| 2.4.2 Fármacos .....  | 18        |
| 2.5 CONTAMINAÇÃO POR METAIS NOS SUPLEMENTOS DE ÔMEGA 3.....                       | 19        |
| 2.6 EFEITOS TÓXICOS DOS METAIS AO SER HUMANO .....                                | 20        |
| 2.6.1 Cobre (Cu), Cádmio (Cd) e, Chumbo (Pb) .....                                | 20        |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....  | <b>22</b> |
| 3.1 OBJETIVO GERAL.....   | 22        |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 22        |
| <b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....  | <b>23</b> |
| 4.1 AQUISIÇÃO DAS AMOSTRAS .....  | 23        |
| 4.2 LIMPEZA DAS VIDRARIAS .....   | 23        |
| 4.3 DIGESTÃO DAS AMOSTRAS.....  | 23        |
| 4.4 ANÁLISES UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (FAAS) ..... | 25        |
| 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....   | 26        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>27</b> |
| 5.1 CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM AMOSTRAS DE ÔMEGA-3.....                            | 27        |
| 5.1.1 Concentração de Cobre .....   | 27        |
| 5.1.2 Concentração de Cádmio.....   | 29        |
| 5.1.3 Concentração de Chumbo .....  | 30        |
| <b>6 CONCLUSÕES</b> .....   | <b>35</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>36</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais, além de possuírem funções nutricionais são também responsáveis por produzir efeitos fisiológicos e metabólicos no organismo do indivíduo que os consome. Para que um alimento seja considerado funcional, o mesmo deve apresentar em sua composição substâncias que realizam a modulação das respostas metabólicas no organismo de quem as ingere. Sua atuação está na melhora das condições de saúde e prevenção de doenças, gerando bem estar e qualidade de vida (VIDAL et al., 2012; PACHECO, 2001).

Alimentos com propriedades funcionais podem ser encontrados ricamente na natureza e classificados em fontes vegetais e animais. Alguns dos produtos que fazem parte do reino vegetal são: a soja que é rica em isoflavona, o tomate que contém licopeno, a aveia que possui beta-glucano em sua composição, a linhaça que é repleta de lignana, a uva que é composta por flavonoides e as crucíferas que possuem quantidades abundantes de glicosinolatos. Já no reino animal destacam-se os produtos lácteos que carregam microorganismos vivos (probióticos), os peixes e o óleo de peixe que são ricos em Ômega-3 (CHANG, 2001).

Quando se trata do Ômega-3 é válido ressaltar que essa classe de ácidos graxos poli-insaturados atuam na redução de problemas cardiovasculares, controlam os níveis de colesterol e auxiliam nos processos inflamatórios. Sua principal fonte está nos peixes marinhos, tais como salmão, arenque, bacalhau, linguado, sardinha, atum, anchova, entre outros (VIDAL, 2012; CAMPOS, 2016).

Devido aos benefícios apresentados pelo Ômega-3, as pesquisas relacionadas a esse ácido graxo poli-insaturado têm despertado interesse na comunidade científica. Um grupo de pesquisadores realizaram um estudo para avaliar o efeito da suplementação dos ácidos graxos usando Ômega-3 em atletas de natação sobre indicadores bioquímicos. Nadadores de elite foram avaliados e os resultados mostraram que a suplementação de ácidos graxos altera os indicadores bioquímicos do metabolismo lipídico, influenciando na redução das lipoproteínas plasmáticas, ricas em colesterol e na prevenção de doenças cardiovasculares (ANDRADE; RIBEIRO; CARMO, 2006).

Com base em estudos que abordaram os benefícios do Ômega-3 em doenças crônicas degenerativas, Kayser, et al. (2010) desenvolveram uma pesquisa de revisão sistemática e avaliaram as vantagens da ingestão do Ômega-3. Os

resultados da pesquisa demonstraram efeito protetor significativo sobre doenças cardiovasculares, pois observou-se a diminuição da pressão arterial, do colesterol e da esteatose hepática, além da diminuição de arritmias, agregação plaquetária e de respostas inflamatórias. Assim, o estudo propôs que o consumo de Ômega-3 acima de 1g por dia tem importância na prevenção de doenças cardiovasculares e doenças crônicas degenerativas.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) sugere que o consumo de peixes por pessoa ao ano seja de 12 kg, entretanto no Brasil a ingestão desse alimento é de 4,6 kg por habitante ao ano, um número considerado baixo quando comparado ao indicado. Dessa forma, é necessário encontrar alternativas para complementar a dieta e alcançar a quantidade necessária para consumo diário de Ômega-3 (MANDARINO, 2005; CAMPOS, 2016; SONODA; SHIROTA, 2012).

No Brasil, a comercialização das cápsulas com óleo de peixe é livre e muitas pessoas buscam acrescentar à sua dieta o consumo deste suplemento com o interesse de adquirir os vários benefícios que o mesmo pode trazer (BRASIL, 2009). Contudo é desconhecido da população que os peixes, matéria-prima para obtenção do Ômega-3, muitas vezes podem estar contaminados com metais (CAMPOS, 2016).

Os metais são destaques entre os contaminantes químicos e chegam até o consumidor, pois são capazes de bioacumular-se nos tecidos das espécies aquáticas e provocam riscos à saúde humana. Essa contaminação pode ser tóxica ao ponto de comprometer vários órgãos alterando os processos bioquímicos, organelas e membranas celulares. As principais fontes de exposição aos metais tóxicos são os alimentos, observando-se um elevado índice de absorção gastrointestinal (REIS JUNIOR, 2014; LIMA, 2013).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 42, de 29 de agosto de 2013, estabelece os limites máximos aceitos de contaminantes inorgânicos em alimentos. De acordo com a Resolução, em Óleos e Gorduras comestíveis de origem vegetal e ou animal os limites máximos são de  $0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$  para os contaminantes cádmio e chumbo. O contaminante inorgânico cobre não consta na Resolução citada (ANVISA, 2013).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo detectar e quantificar a presença dos metais cobre, cádmio e chumbo em suplementos de óleo de peixe.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ALIMENTO FUNCIONAL

A expressão alimento funcional surgiu por volta dos anos de 1980 no Japão, quando as indústrias começaram a produzir alimentos com determinados ingredientes, para que estes trouxessem mais benefícios à saúde quando comparados aos alimentos tradicionais. Desde então, outros termos surgiram para caracterizar este tipo de produto, tais como, farma-alimentos, nutracêuticos, alimentos medicinais, alimentos protetores, alimentos saudáveis, entre outros (MORAES, 2006; PACHECO, 2001).

Segundo Pacheco (2001), o alimento funcional é qualquer alimento, seja ele natural ou formulado, que possua uma ou mais substâncias atuantes no metabolismo e na fisiologia humana, com o objetivo de produzir benefícios à saúde.

Muitos desses alimentos podem ser encontrados facilmente na natureza, em fontes vegetais e animais. A soja, por exemplo, carrega em sua composição algumas substâncias como proteínas, fibras, oligossacarídeos e isoflavonóides, que atuam na prevenção de doenças como osteoporose e câncer de mama e próstata. Outro exemplo é o tomate, que também é considerado um alimento funcional por conter um antioxidante chamado licopeno, assim como a goiaba. Outros vegetais como brócolis e cenoura, também estão inclusos nesta classe por serem ricos em glicosinolatos e betacaroteno, respectivamente (CHANG, 2001; MORAES, 2006; PACHECO, 2001).

Existem ainda os alimentos em que há uma boa parte de compostos organosulfurados, como a cebola, o alho, a couve e o repolho, que também possuem funções atuantes no retardamento e prevenção de doenças. Estas moléculas em grande parte atuam como antioxidantes, agindo como sequestrantes dos radicais livres (PACHECO, 2001; BERNARDES; PESSANHA; OLIVEIRA, 2010).

Tratando-se de alimentos de origem animal, os produtos lácteos, são ricos em microorganismos vivos que atuam como probióticos e auxiliam na manutenção do bom funcionamento do sistema gastrointestinal. Os peixes, também possuem propriedades nutricionais relevantes, pois contém uma classe de ácidos graxos poli-insaturados que exercem papéis importantes nos processos metabólicos e na

estrutura celular. Esses ácidos são encontrados principalmente nos óleos de peixe e são comercializados como suplemento alimentar (MORAES, 2006; CHANG, 2001; BERNARDES; PESSANHA; OLIVEIRA, 2010; PACHECO, 2001; MARTIN et al., 2006).

De modo geral, muitos estudos estão sendo desenvolvidos quanto ao uso dos alimentos funcionais na prevenção de diversas enfermidades, como em doenças ósseas, inflamatórias, cardiovasculares, intestinais e outras patologias como diabetes, hipertensão, câncer, Mal de Alzheimer. Entretanto, para garantir a eficácia desses estudos é necessário manter hábitos saudáveis, como a prática de exercícios físicos e dietas funcionais ricas em carne, cereais, frutas, verduras e alimentos ricos em Ômega-3 (VIDAL, 2012; VAZ et al., 2014; PACHECO, 2001).

## 2.2 A IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA-3 COMO ALIMENTO FUNCIONAL

A ingestão de Ômega-3 ( $\omega$ -3) é muito importante devido aos seus inúmeros benefícios à saúde humana. Os ácidos graxos  $\omega$ -3 apresentam excelentes resultados no controle e prevenção de algumas patologias. Eles atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, pois possuem funções anti-inflamatórias que combatem os marcadores inflamatórios e impedem a progressão da lesão aterosclerótica. Por ter esta ação anti-inflamatória, atuam em diversos outros processos inflamatórios, como por exemplo, melhora da artrite reumatoide (VAZ et al., 2014; BARBOSA et al., 2007).

Com a ingestão de alimentos ricos em Ômega-3 é possível prevenir e tratar alguns tipos de câncer, pois estes podem retardar a evolução dos tumores, inibir a carcinogênese e inclusive aumentar a eficiência de quimioterapias e da radioterapia (AGUIAR NETO, 2018; VAZ et al., 2014).

Um estudo realizado por Garófolo e Petrilli (2006) mostra que a suplementação com  $\omega$ -3 pode ter um efeito significativo na redução da formação de ocitocinas pró-inflamatórias em pacientes com câncer, ou seja, o consumo desses suplementos pode favorecer a diminuição da resposta inflamatória no organismo e melhorar o estado nutricional do paciente, contribuindo para prognóstico de cura da doença.

O  $\omega$ -3 também pode trazer benefícios a gestantes e para o bebê. Estudos revelam/apontam que o consumo de peixes e óleo de peixe por gestantes é de

extrema importância para o desenvolvimento e formação do sistema nervoso do feto no primeiro trimestre da gravidez. Não só no período fetal, mas após o nascimento da criança é necessário que a mãe continue consumindo alimentos ricos em minerais, vitaminas e  $\omega$ -3, para que através da amamentação a criança ainda possa receber esses nutrientes e garantir um bom desenvolvimento do cérebro e da retina (SILVA, 2015; VAZ et al., 2014).

Quando se procura ter hábitos saudáveis e com o aumento do consumo de alimentos ricos em  $\omega$ -3, automaticamente há uma troca entre as gorduras saturadas (gorduras consideradas ruins para a saúde) pelas gorduras poli-insaturadas, este efeito faz com que haja uma diminuição nos níveis de colesterol total e colesterol LDL (AGUIAR NETO, 2018; BARBOSA et al., 2007; VAZ et al., 2014).

Além de todas essas vantagens, os ácidos graxos (AGs) da classe Ômega-3 podem atuar no organismo no fortalecimento da imunidade, na prevenção e tratamento de doenças como a asma e o mal de Alzheimer, mostrando sua eficácia também no tratamento do diabetes. Além disso, contribuem para diminuição do risco de depressão pós-parto e agressões esquizofrênicas (VAZ et al., 2014; AGUIAR NETO, 2018; RÊGO, 2012).

Indivíduos com carência destes compostos apresentam alguns sinais e sintomas como lesões de pele, diminuição da capacidade de aprendizado, sintomas neurológicos, retardo do crescimento em crianças e diarreias. Entretanto, quando consumidos em quantidade excessivas causam diarreias, hemorragias e desconforto gástrico. Por isso seu uso deve estar de acordo com a dose recomendada diária (VAZ et al., 2014; CAMPOS, 2016).

### 2.3 ÁCIDOS GRAXOS

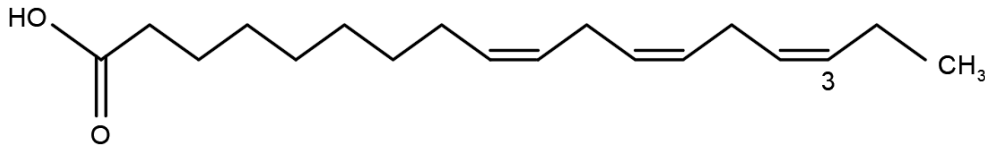
Lipídeos, conhecidos popularmente como gorduras, são compostos que possuem baixa solubilidade em água, formados por várias substâncias, entre essas substâncias estão os ácidos graxos (AGs). Os AGs são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas encontrados em grande parte na natureza esterificados com o glicerol (1,2,3 – triidroxipropano) dando origem aos triglicerídeos, que compõem as gorduras comestíveis e os óleos vegetais compreendendo 95% dos lipídios presentes na dieta humana (RÊGO, 2012; SILVA, 2015; NASCIUTTI et al., 2015).



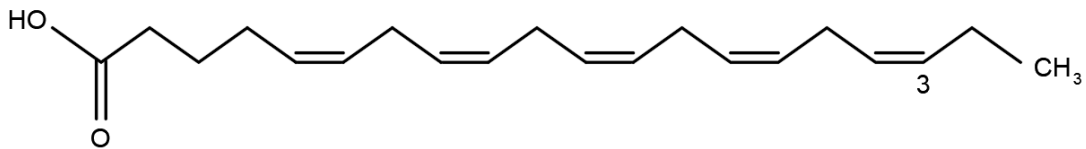
Os AGs podem ser classificados de acordo com o número de ligações duplas, número de carbonos presentes na cadeia e conforme a posição da primeira ligação dupla. De acordo com o tamanho da cadeia, podem ser divididos em cadeia curta, média e longa. Os ácidos graxos de cadeia curta possuem de 4 a 8 átomos de carbono, os de cadeia média 8 a 12 átomos de carbono e os de cadeia longa apresentam 12 ou mais átomos de carbono (MARTINS et al., 2008; RÊGO, 2012).

Existem duas classes de AGs que são determinadas pela presença de ligações duplas dentro da cadeia, na primeira delas estão os ácidos graxos saturados, ou seja, que não possuem ligações duplas, e na segunda estão os ácidos graxos insaturados que apresentam uma ou mais duplas ligações entre os átomos de carbono. Quando um AG apresenta apenas uma dupla ligação entre dois carbonos em sua cadeia é chamado de monoinsaturado (MUFA) e quando apresenta duas ou mais duplas ligações em sua estrutura é chamado de poli-insaturado (PUFA) (NOVELLO; FRANCESCHINI; QUINTILIANO, 2008; SILVA, 2015).

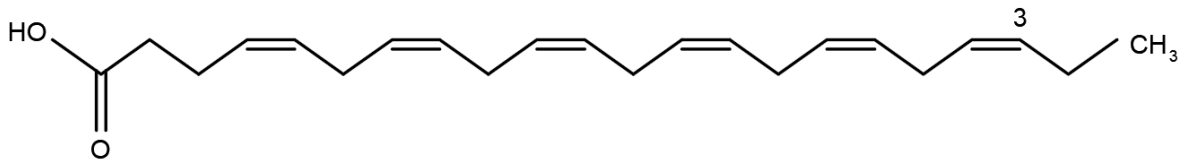
Com relação à estrutura das moléculas, na família ômega-3, pode-se notar a presença de um grupo funcional ácido (COOH) no carbono número 1, ligada ao restante da cadeia. O primeiro carbono da extremidade ômega, ou metílica, é chamado de carbono alfa, a existência de uma dupla ligação no terceiro carbono contado à partir da extremidade ômega é quem dá a característica do grupo de ácidos graxos chamado de ômega-3, como demonstrado na Figura 1. Para que um ácido graxo pertença à família ômega-6 é necessário que a primeira ligação dupla, contada à partir da extremidade ômega, esteja localizada no sexto carbono da cadeia. O mesmo se repete para os ácidos graxos da família ômega-9, onde a primeira ligação dupla depois da extremidade ômega é a do nono carbono. (AGUIAR NETO, 2018; TEIXEIRA, 2018).

**Figura 1** – Estrutura de ácidos graxos.

Ácido alfa-linolênico (ALA, C18:3, ômega 3)



Ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5, ômega 3)



Ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6, ômega 3)

**Fonte:** Autoria própria, 2019.

A classe de ácidos graxos do tipo ômega-3 possuem substâncias essenciais para o consumo humano, pois as mesmas não são sintetizadas pelo organismo, devido à falta de enzimas específicas responsáveis por efetuar sua produção, fazendo-se necessário a ingestão desses compostos por meio da alimentação. Os ácidos graxos considerados essenciais da classe ômega-3 são: o ácido alfa linolênico (ALA), o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) (TEIXEIRA, 2018; CAMPOS, 2016; RÊGO, 2012).

Existem ainda outras duas classes de ácidos graxos que também são de extrema importância para o consumo diário, essas são ômega-6 e ômega-9. Os AGs ômega-6 são encontrados geralmente cereais e em azeites vegetais como os de girassol, soja, milho, entre outros, e eles também proporcionam benefícios para a saúde como a redução dos níveis de colesterol e da carcinogênese. Os AGs da classe ômega-9 são obtidos através da hidrólise de gorduras animais e de alguns óleos vegetais como os de palma, oliva e uva, estando presentes também na azeitona, no óleo de canola, no abacate e nas oleaginosas e atuam como antioxidantes prevenindo o envelhecimento, o câncer e as doenças coronárias (FANI, 2015; TEIXEIRA, 2018).

## 2.4 FORMAS DISPONÍVEIS PARA O CONSUMO DE OMÊGA 3

### 2.4.1 Naturais

Os ácidos graxos da família  $\omega$ -3 estão presentes naturalmente em óleos vegetais como óleo de canola, soja e linhaça, sendo este último o mais rico em ALA. Outras fontes são a noz, a gema do ovo (em pequena quantidade) e algumas plantas com folha verde escura (MARTINS et al., 2008; VAZ et al., 2014).

Os peixes de águas frias e profundas como o salmão, a sardinha, o bacalhau, a cavala, o arenque, a truta, o atum, entre outros, também são fontes de  $\omega$ -3, pois possuem uma dieta à base de algas marinhas que sintetizam os ácidos graxos (RÊGO, 2012; CAMPOS, 2016; BARBOSA et al., 2007).

### 2.4.2 Fármacos

Somente com a ingestão de fontes naturais não é possível obter a quantidade necessária diária de  $\omega$ -3 na dieta. Assim, uma alternativa eficaz para o consumo de óleo de peixe são os suplementos, os quais estão cada vez mais disponíveis no mercado (CAMPOS, 2016; AGUIAR NETO, 2018).

A indústria tem trabalhado para transformar os óleos de peixe brutos em produtos com maiores concentrações de EPA e DHA para que o consumidor tenha que ingerir um número de cápsulas menor. Para isso são modificadas algumas características físico-químicas, como o fracionamento, a hidrogenação e a interesterificação (CAMPOS, 2016).

Na composição dos suplementos de óleo de peixe encontram-se quantidades variáveis dos AGs, EPA e DHA chegando até 90%. O restante da capsula é composto por outros AGs poli-insaturados, monoinsaturados e até mesmo saturados, e os veículos são a gelatina e a glicerina (SANTOS et al., 2013).

Porém, existe um fator determinante para a aceitação do produto pelos consumidores que é o sabor residual que alguns suplementos apresentam. Alternativas para diminuir este incômodo é a adição de antioxidantes, assim como o refinamento e o revestimento entérico das cápsulas (TEIXEIRA, 2018).

Embora as fórmulas comerciais sejam vendidas livremente, é recomendado que esta suplementação possa ser acompanhada por um profissional da saúde, seja

este médico ou nutricionista, para que o consumo esteja de acordo com o permitido (SANTOS et al., 2013; CAMPOS, 2016).

O fabricante deve estar atento e realizar um controle rigoroso quanto ao processamento na produção de óleo de peixe, para que os contaminantes químicos e os metais (oriundos dos peixes) sejam reduzidos ao mínimo ou então eliminados. Desta forma, os consumidores que usam esses produtos frequentemente terão acesso a um produto seguro (TEIXEIRA, 2018).

## 2.5 CONTAMINAÇÃO POR METAIS NOS SUPLEMENTOS DE ÔMEGA 3

A contaminação por metais na água e no solo é causada principalmente pela indústria e pela agricultura, que poluem o meio ambiente tanto com a utilização dos agrotóxicos como com o despejo de esgoto sem tratamento adequado nos rios. Este efeito é prejudicial à saúde humana, pois essas substâncias tem o poder de se acumular em plantas e em animais aquáticos (ROCHA, 2009; CASTRO, 2006).

Por isso com o consumo de peixes ou até mesmo de suplementos com óleo de peixe, o indivíduo está sujeito à contaminação por metais, já que os mesmos se acumulam nos tecidos, nas brânquias, no fígado, nos rins e nos ossos dos peixes que é de onde vem o óleo de peixe (CASTRO, 2006; SILVA; SANTOS, 2016; SCHIFER; BOGUSZ JUNIOR; MONTANO, 2005).

Campos (2016) realizou estudo em 28 amostras de suplemento de óleo de peixe, os resultados mostraram que em 60,7 % (17/28) das amostras não foi detectada a presença de mercúrio, em um quarto (7/ 28) das amostras, a quantidade de mercúrio estava abaixo do limite de quantificação (LQ=11,54 ppb). Em quatro amostras observou-se quantidades de mercúrio acima do LQ, porém abaixo do máximo permitido pelas diretrizes internacionais. Os valores variaram entre 11,62 e 14,48 ppb nas amostras. Segundo Levine et al. (2005, apud CAMPOS, 2016):

“Foran et al. (2003) quantificaram mercúrio em 5 amostras de OPC adquiridas pela internet ou no comércio dos Estados Unidos, pelo método de espectroscopia de absorção atômica por vaporização à frio, com prévia digestão da amostra. Duas amostras apresentaram mercúrio acima do limite de detecção do equipamento, entre 10 e 12 ppb. Ainda pelo mesmo método, mas com limite de quantificação de 1,5 ppb declarado no estudo, Levine et al. (2005) dosaram mercúrio em diversos tipos de suplementos e, entre eles, 3 amostras de óleo de peixe/salmão. As concentrações de mercúrio detectadas nessas amostras variaram de 9,89 a 123 ppb, sendo a maior, em uma amostra de óleo de salmão (LEVINE et al., 2005).”

Shabestari, et al. (2018), determinaram Mercúrio em capsulas de óleo de peixe e as quantidades encontradas foram aceitáveis de acordo com as agências reguladoras *World Health Organization* (WHO), *United States Environmental Protection Agency* (EPA) e *National Research Council* (NRC).

Observa-se que os estudos são, em sua grande maioria, voltados para a determinação do metal mercúrio. Portanto, faz-se necessário que sejam realizados estudos para determinação de outros metais que podem estar presentes nesses óleos de peixes apresentados como suplementos.

## 2.6 EFEITOS TÓXICOS DOS METAIS AO SER HUMANO

Os metais são elementos químicos com características específicas e estão dispostos na tabela periódica de acordo com suas classificações. Para ser considerado um metal, o elemento deve conduzir eletricidade, possuir brilho e ser maleável (CASTRO, 2006).

Os metais conhecidos como micronutrientes, como por exemplo o Zinco, são de extrema importância para o organismo já que possuem propriedades nutricionais e bioquímicas (ROCHA, 2009).

Os metais considerados tóxicos estão localizados entre o cobre e o chumbo na tabela periódica e possuem massa atômica elevada. Esses elementos não possuem propriedades funcionais para o organismo, por isso a presença dos mesmos no corpo humano pode ser prejudicial à saúde, já que o corpo não consegue eliminá-los de forma rápida, e então eles podem bioacumular-se por um longo período de tempo nos indivíduos e causar mudanças bioquímicas, fisiológicas, comportamentais, morfológicas e na reprodução (ROCHA, 2009; CASTRO, 2006; FERREIRA; WERMELINGER, 2013).

### 2.6.1 Cobre (Cu), Cádmiio (Cd) e, Chumbo (Pb)

Os metais como cobre, cádmio e chumbo trazem diversos efeitos desagradáveis/colaterais aos seres humanos quando se bioacumulam no organismo (CASTRO, 2006).

O cobre quando em excesso, provoca irritação e corrosão de mucosas, problemas renais e hepáticos, danos capilares e quando afeta o sistema nervoso central pode causar depressão (CASTRO, 2006).

Quando o indivíduo sofre intoxicação por cádmio é possível notar patologias como, hipertensão, disfunção renal, arteriosclerose e algumas doenças crônicas. O metal ainda pode causar paralisia facial, lesões testiculares, enfisema pulmonar, cataratas, gengivites, hiperativismo, dificuldade de aprendizado em crianças e também provocar câncer (TEIXEIRA, 2018; CASTRO, 2006).

Tratando-se de exposição ao chumbo efeitos no sistema nervoso central, como vertigens, perda de memória, cefaleia e irritabilidade podem ser observados. A contaminação com este metal também pode causar interferências na utilização de minerais, nas funções enzimáticas e no transporte intermembranas, podendo acumular-se nos ossos e no sangue. Este mesmo metal ainda tem a capacidade de atravessar a barreira placentária (TEIXEIRA, 2018; CASTRO, 2006; MOREIRA; MOREIRA, 2004).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo teve como finalidade determinar e quantificar a presença dos metais Cobre (Cu), Cádmiio (Cd) e Chumbo (Pb) em amostras comerciais de suplementos de óleo de peixe.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar as cinco amostras comerciais de suplementos de óleo de peixe utilizando metodologia específica.
- Verificar e identificar a presença de metais nas amostras estudadas.
- Quantificar por meio da análise de Espectrometria de Absorção Atômica as concentrações dos metais Cu, Cd e Pb, nos suplementos comerciais.
- Comparar os resultados obtidos das análises realizadas e verificar o cumprimento das normas de concentração (LQ).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 AQUISIÇÃO DAS AMOSTRAS

Os produtos analisados quanto à presença e teor dos metais Cu, Cd e Pb foram adquiridos no comércio local, de acordo com a disponibilidade do comércio no momento da coleta, abrangendo as marcas que estavam disponíveis. Como critério de inclusão, foram selecionadas cinco amostras que possuíam registro na ANVISA e que estavam dentro do prazo de validade. Dessas amostras, duas delas (A1 e A2) eram da mesma marca, mas possuíam lotes diferentes.

A fim de manter sigilo dos dados, as marcas dos produtos analisados foram omitidas e substituídas por números sequenciais. Os produtos foram transportados para o local de análise à temperatura ambiente, em recipiente livre de calor, luz e umidade e armazenados em refrigerador até o momento da análise em suas respectivas embalagens primárias e secundárias.

### 4.2 LIMPEZA DAS VIDRARIAS

Para que toda e qualquer contaminação ou resíduos não viessem interferir na análise, as vidrarias utilizadas para o preparo e armazenamento das amostras foram lavadas e armazenadas em temperatura ambiente até que secassem. Após a secagem, realizou-se o enxágue ácido com uma solução de limpeza com ácido nítrico e água deionizada na fração de 500mL de ácido e 4500mL de água, as vidrarias permaneceram com a solução de limpeza por cerca de 24 horas e depois foram lavadas com água destilada. A mesma solução de limpeza foi utilizada para os cadinhos usados na digestão das amostras, esses passaram por enxágue ácido três vezes e lavados com água deionizada quatro vezes o seu volume. Em seguida, os cadinhos foram colocados na mufla na temperatura de 550° C por 24 horas.

### 4.3 DIGESTÃO DAS AMOSTRAS

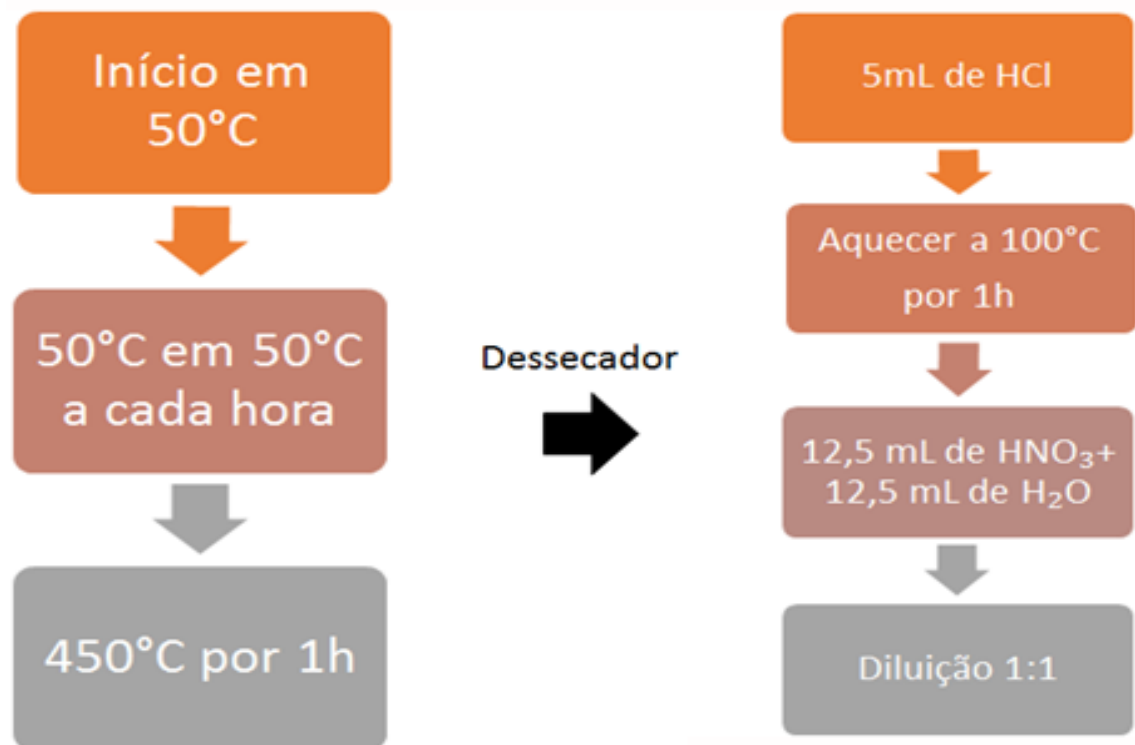
O processo de digestão foi realizado por meio de incineração das amostras segundo a metodologia de Cumont et al. (2000) com algumas adaptações metodológicas. Foram adaptados a quantidade de amostra e o tempo em que as



amostras permaneceriam na mufla à 450 °C. Utilizou-se 5 g de cada amostra, essas foram pesadas diretamente no cadinho já limpo e colocados na mufla. Na mufla, a temperatura inicial adotada foi de 50° C, com uma taxa de acréscimo de 50° C a cada hora, até que à temperatura de incineração chegasse aos 450° C, onde as amostras ficaram por mais uma hora. Posteriormente, os cadinhos foram colocados em dessecador de vidro contendo sílica gel até chegar à temperatura ambiente.

Após isso, para embeber as amostras em ácido, acrescentou-se aos cadinhos 5 mL de ácido clorídrico 6 mol L<sup>-1</sup> e em seguida eles foram colocados sobre a chapa de aquecimento com temperatura média de 100° C (±10° C) por cerca de uma hora para que o ácido fosse evaporado aos poucos. O resíduo restante foi diluído em 12,5 mL de ácido nítrico 0,1 mol L<sup>-1</sup> e 12,5 mL de água deionizada. A solução obtida foi diluída na proporção 1:1 (15 mL da solução com a amostra e 15 mL de água deionizada) e em seguida foram colocadas sob refrigeração até a realização da análise em Espectrômetro de Absorção Atômica. A análise foi realizada em quadruplicata e o resumo do processo de digestão está representado na Figura 2.

**Figura 2** – Processo de digestão das amostras.



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

#### 4.4 ANÁLISES UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (FAAS)

As análises das concentrações de cobre (Cu), cádmio (Cd) e chumbo (Pb) nas amostras foram realizadas no Espectrofotômetro de Absorção Atômica com chama marca Analytik Jena, modelo NOVAA300. O software utilizado para a captação dos resultados da análise foi fornecido juntamente com o aparelho pela marca (versão nº 4.7.8.0).

Para a construção da curva de calibração (Tabela 1) foram preparadas soluções analíticas contendo Cu, Cd e Pb a partir de soluções-padrão comerciais com concentração de  $1000 \pm 2 \text{ mg L}^{-1}$  (SpecSol) dos respectivos íons, diluídos em água deionizada.

**Tabela 1** – Padrão analítico de diluição para construção da curva de calibração.

| Elemento      | Diluição para a curva de calibração em $\text{mg L}^{-1}$ |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| <b>Cobre</b>  | 0,0   | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 9,0 | 10,0 |
| <b>Cádmio</b> | 0,0   | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 9,0 | 10,0 |
| <b>Chumbo</b> | 0,0   | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | -   | 9,0 | 10,0 |

**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Os parâmetros operacionais do FAAS foram pré-definidos de acordo com o comprimento de onda específico para cada elemento químico e respectiva lâmpada, intensidade da lâmpada, largura de fenda e correção de ruído. A chama utilizada foi a de ar/acetileno para todos os elementos analisados. Essas condições foram ajustadas a cada medida e estão representadas na Tabela 2.

**Tabela 2** – Parâmetros operacionais para cada elemento da análise por Espectrometria de Absorção Atômica.

|                                 | Parâmetros                                     |  |  |
|---------------------------------|--|--|--|
|                                 | Cobre  | Cádmio   | Chumbo   |
| <b>Combustível/Oxidante</b>     | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar<br>sintético | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar<br>sintético | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> /Ar<br>sintético |
| <b>Comprimento de onda (nm)</b> | 324,8  | 228,8  | 283,3  |
| <b>Espessura da fenda (nm)</b>  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| <b>Corrente da lâmpada (mA)</b> | 3,0  | 3,0  | 3,0  |

**Fonte:** Autoria própria, 2019.

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a uma análise estatística, utilizando o teste de Tuckey, a nível de significância 5%, para a comparação das médias. O software utilizado foi o Portable Statistica 8.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM AMOSTRAS DE ÔMEGA-3

Os coeficientes de correlação ( $R^2$ ) obtidos para as curvas de calibração mostraram valores maiores que 0,99, atendendo a verificação de linearidade. A curva de calibração foi construída a partir de soluções de diluições com diferentes concentrações dos metais, preparadas a partir das soluções padrão para a construção das curvas de calibração. Na Tabela 3 estão apresentados os valores das equações de regressão e a faixa dinâmica para cada metal analisado.

**Tabela 3** – Parâmetros obtidos para cada elemento na curva de calibração.

| Parâmetros    |                             |        |                                      |
|---------------|-----------------------------|--------|--------------------------------------|
| Elementos     | Regressão                   | $R^2$  | Faixa dinâmica (mg L <sup>-1</sup> ) |
| <b>Cobre</b>  | $y = 0,046976 x + 0,001642$ | 0,9967 | 0,1 - 10,0                           |
| <b>Cádmio</b> | $y = 0,073417 x + 0,005857$ | 0,9995 | 0,1 - 10,0                           |
| <b>Chumbo</b> | $y = 0,006630 x - 0,000504$ | 0,9985 | 0,1 - 10,0                           |

Fonte: Autoria própria, 2019

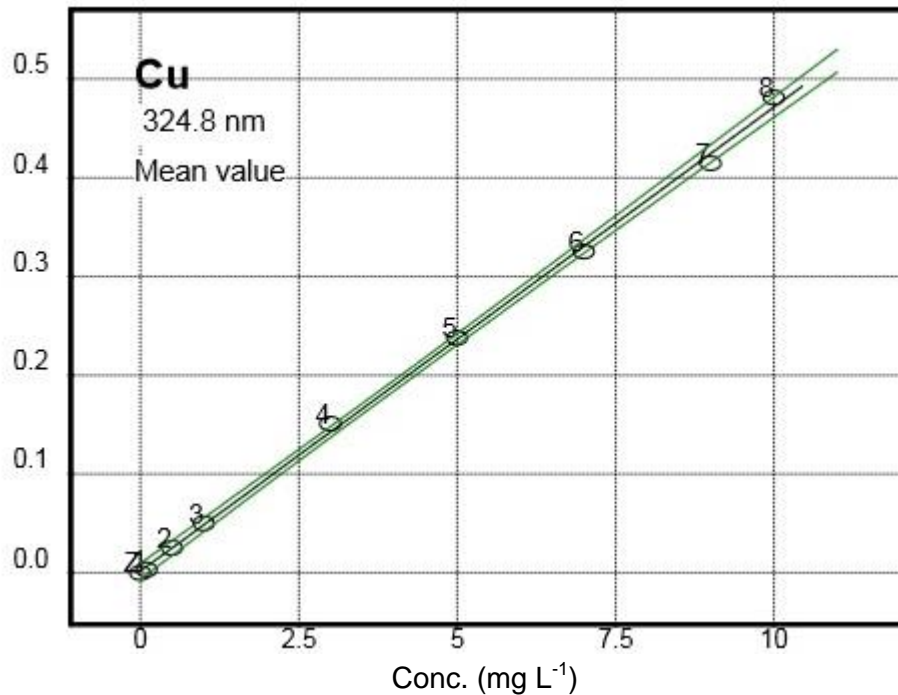
De forma a obter os resultados dos teores de metais exibidos nos gráficos, respeitou-se a razão entre a massa usada e o volume de diluição. Para facilitar a interpretação dos resultados, os números foram arredondados conforme a regra de arredondamento na numeração decimal estabelecida pela ABNT (NBR 5891, 2014).

Os resultados dados pelo AAS apresentam unidade de medida em mg L<sup>-1</sup> (miligrama por litro), representando esse valor o miligrama do metal para cada litro de solução. Tomando como 1 g mL<sup>-1</sup> (grama por mililitro) a densidade da água, encontra-se a medida para sólidos em mg Kg<sup>-1</sup> (miligrama por quilograma), assim sendo, miligrama de metal por quilograma de óleo de peixe.

#### 5.1.1 Concentração de Cobre

A curva de calibração obtida para o Cu, demonstrada na Figura 3, apresentou um coeficiente de linearidade ( $R^2$ ) crescente, que correspondeu aos critérios de verificação.

**Figura 3** – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento cobre.



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Como mostra a Tabela 4, não foram encontrados valores quantificáveis para o cobre nas amostras analisadas.

**Tabela 4** – Concentração de cobre nas amostras de óleo de peixe.

| <b>Amostra</b> | <b>Concentração (mg.L<sup>-1</sup>)</b> |
|----------------|---|
| <b>A1</b>      | ND                                      |
| <b>A2</b>      | ND                                      |
| <b>A3</b>      | ND                                      |
| <b>A4</b>      | ND                                      |
| <b>A5</b>      | ND                                      |

**Fonte:** Autoria própria, 2019.

\*ND= Não Detectado.

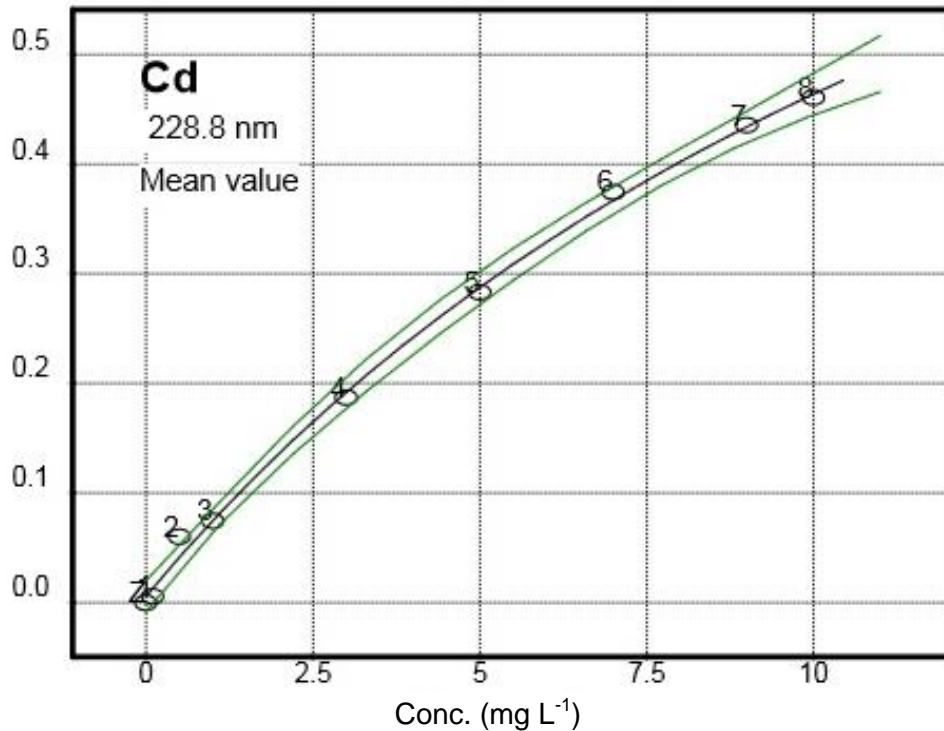
Dos elementos analisados nas amostras de óleo de peixe o Cu é o único que não é citado na RDC nº 42 de 29 de agosto de 2013, isso pode ser justificado pelo fato de que por mais que esse elemento seja considerado tóxico em concentrações elevadas, ele também é um mineral essencial para o organismo humano.

Para adultos, a ingestão diária recomendada (IDR) para o Cu é de 900 µg, já para as crianças de 0 a 10 anos esse valor pode variar entre 200 µg e 440 µg. (ANVISA, 2005).

### 5.1.2 Concentração de Cádmi

A curva de calibração para o elemento Cd (Figura 4) atendeu aos padrões de verificação, pois apresentou um bom coeficiente de linearidade ( $R^2$ ).

**Figura 4** – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento cádmio.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Apenas uma das soluções preparadas com as amostras de óleo de peixe apresentou valores detectáveis para o metal cádmio. A Tabela 5 mostra a concentração encontrada para o Cd na amostra denominada como A5.

**Tabela 5** – Concentração de cádmio nas amostras de óleo de peixe.

| Amostra | Concentração (mg Kg <sup>-1</sup> ) |
|---------|-------------------------------------|
| A1      | ND <sup>B</sup>                     |
| A2      | ND <sup>B</sup>                     |
| A3      | ND <sup>B</sup>                     |
| A4      | ND <sup>B</sup>                     |
| A5      | 0,0285±0,00145 <sup>A</sup>         |

Fonte: Autoria própria, 2019.

Média dos valores ± desvio padrão; n=4. Diferentes letras na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. \*ND= Não Detectado.

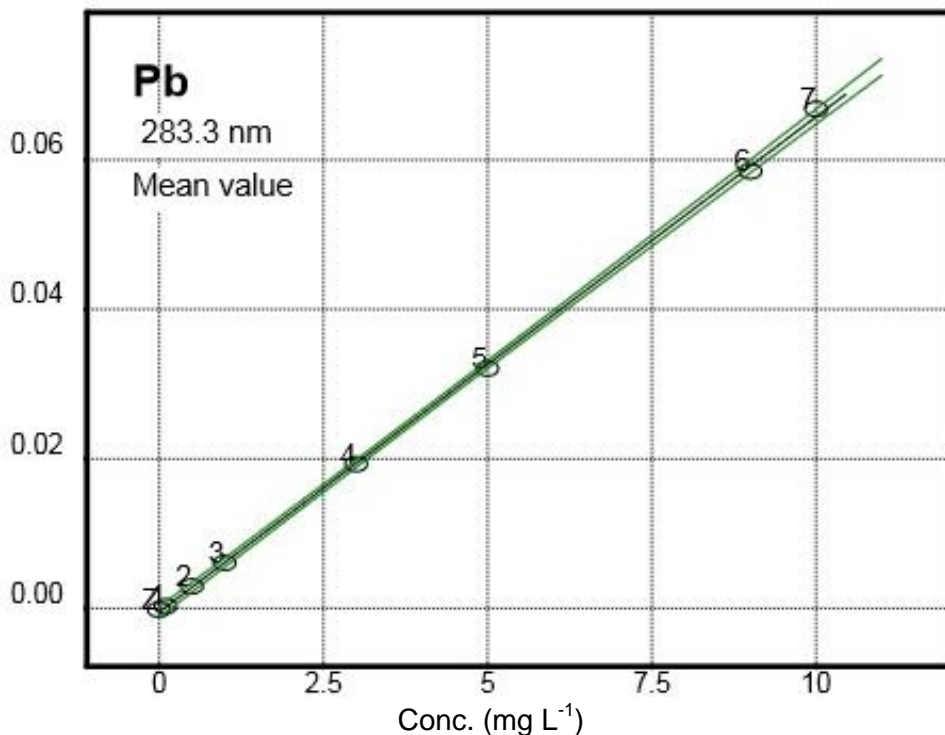
De acordo com a RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, proposta pela ANVISA, o limite aceito para o contaminante cádmio em óleos e gorduras comestíveis de origem animal ou vegetal é de  $0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$ . Sendo assim, a concentração encontrada para este metal na amostra A5 está dentro do valor permitido pelas normas de comercialização do produto (ANVISA, 2013).

Mesmo em baixas concentrações, o Cd pode produzir efeitos tóxicos aos organismos vivos. Além de ser considerada uma substância cancerígena, os indivíduos intoxicados com cádmio desenvolvem doenças crônicas pulmonares e renais, sofrem efeitos no sistema cardiovascular e ósseo. O Cd possui tempo de meia-vida que varia entre 15 e 20 anos, a OMS diz que a ingestão eventual de  $7 \mu\text{g kg}^{-1}$  de Cd por semana é tolerável e a dose letal é de 350 a 500 mg em casos agudos (FERNANDES; MAINIERA, 2014; MACHADO, 2001; RUPPENTHAL, 2013).

### 5.1.3 Concentração de Chumbo

Assim como para os demais elementos, a curva de calibração para o Pb apresentou um bom valor para o coeficiente de linearidade. A curva está representada na Figura 5.

**Figura 5** – Curva de calibração fornecida pelo software do aparelho para o elemento chumbo.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Todas as amostras comerciais de ômega-3 apresentaram presença do metal chumbo. A identificação das amostras e o respectivos valores encontrados estão dispostos na Tabela 6.

Pelo teste de Tuckey (Tabela 6), foi observado que as amostras A1, A2 e A3 apresentaram valores de concentração do metal chumbo com diferenças significativas. E na amostra A5 a concentração do metal chumbo não diferiu de forma significativa quando comparada a amostra A4, porém diferiu de forma significativa com as demais amostras. Esses resultados podem estar relacionados às diferentes marcas das amostras de ômega-3.

**Tabela 6** – Concentração de chumbo nas amostras de óleo de peixe.

| <b>Amostra</b> | <b>Concentração (mg Kg<sup>-1</sup>)</b> |
|----------------|--|
| <b>A1</b>      | 0,04175±0,00853 <sup>D</sup>             |
| <b>A2</b>      | 0,27025±0,00880 <sup>C</sup>             |
| <b>A3</b>      | 0,56325±0,00629 <sup>B</sup>             |
| <b>A4</b>      | 0,88175±0,00967 <sup>A</sup>             |
| <b>A5</b>      | 0,86025±0,00780 <sup>A</sup>             |

**Fonte:** Autoria própria, 2019.

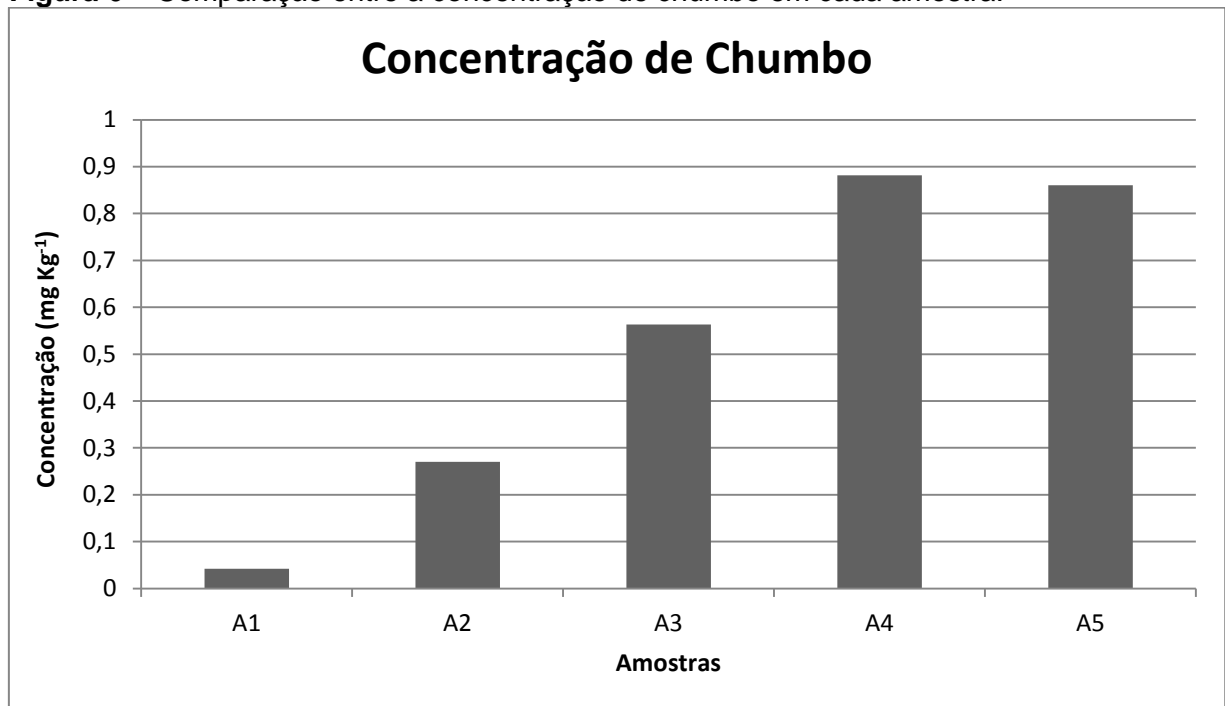
Média dos valores ± desvio padrão; n=4. Diferentes letras na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey. \*ND= Não Detectado.

A amostra A4 apresentou maior concentração de Pb em sua composição, a proporção da mesma quando comparada com a amostra que apresentou menor quantidade (A1) foi de aproximadamente vinte vezes maior. A ordem decrescente das amostras pela concentração em mg Kg<sup>-1</sup> de chumbo foi dada na ordem sequencial A4>A5>A3>A2>A1.

Como já citado anteriormente, segundo a RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, para os óleos e as gorduras comestíveis, sejam esses de origem vegetal ou animal, é permitido a concentração de até 0,10 mg Kg<sup>-1</sup> para o elemento chumbo. Sendo assim, das amostras analisadas apenas a amostra A1 está dentro dos limites estabelecidos para este contaminante. A Figura 6 compara as amostras que obtiveram maior índice de contaminação por chumbo.



**Figura 6** – Comparação entre a concentração de chumbo em cada amostra.



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Das cinco amostras analisadas, somente uma apresentava em sua embalagem a alegação de isenção de “metais pesados” em sua composição.

A amostra que apresenta em sua embalagem a alegação de isenção de “metais pesados” é a amostra A2, porém as amostras A1 e A2 são da mesma marca mas com lotes de fabricação diferentes. O suplemento A2, provinha de um lote mais antigo que o A1. No entanto, em ambas as amostras foi detectado a presença do metal chumbo, contrariando a frase exposta no rótulo do primeiro lote do produto que afirmava “isento de metais pesados”. Mas se o segundo lote (amostra A1) apresentou concentração de chumbo cerca de seis vezes menor que o primeiro lote (amostra A2), é provável que a empresa responsável tenha sido questionada sobre a informação impressa na embalagem e assim ter tomado as devidas providências para que houvesse uma diminuição do teor de metais em seu produto.

As amostras A3, A4 e A5 não apresentavam em suas embalagens a alegação de isenção da presença de metais, porém os resultados mostraram a presença do metal chumbo em concentrações acima da permitida pelas normas de comercialização do produto (ANVISA, 2013).

De acordo com as embalagens, as amostras analisadas neste estudo são produzidas no Brasil, porém os principais fornecedores mundiais de óleo de peixe

são: Peru, Japão, Chile, EUA e Escandinávia (PIKE; JACKSON, 2010). Segundo Campos (2016), no mercado brasileiro têm-se produtos importados como produto final e produtos fabricados no Brasil, mas com matéria-prima importada. Neste sentido, é possível que a matéria prima utilizada para a fabricação desse suplemento tenha sido importada.

Em abril de 2013, a Epoch Times do Brasil exibiu uma reportagem intitulada “Parte do lago Titicaca está sem peixes devido a poluição por chumbo e selênio”. Nesta reportagem pesquisadores da Universidade Nacional do Altiplano do Peru alertam que a zona da comunidade Chimu, origem da água potável da cidade de Puno, está fortemente contaminada com níveis tóxicos de selênio, chumbo e telúrio.

A agência de notícias G1 noticiou em junho de 2011 que 103 crianças foram contaminadas por chumbo. Segundo as informações contidas nesta reportagem a China é o maior consumidor mundial de chumbo refinado, e a produção de baterias é responsável por 70% desse consumo.

De acordo com essas informações podemos inferir que é possível que a matéria prima utilizada para a fabricação destas amostras estava contaminada com chumbo e até outros metais que não foram objeto de análise neste estudo. Segundo Mantovani (2011), “Poluição... Ela é a grande culpada pela contaminação de pescados”. Desde os metais usados no garimpo até dejetos de grandes indústrias, muitas substâncias nocivas vão parar nos rios e acabam desaguando no mar (LOBO, 2011).

O chumbo não tem nenhuma participação nas atividades do organismo, por isso é considerado tóxico para os seres vivos. É raro ocorrer uma intoxicação aguda por chumbo, porém quando ocorre pode causar morte em 1 ou 2 dias. Já a intoxicação crônica é mais frequente e muito prejudicial para o organismo, podendo causar danos ao sistema nervoso central (SNC), alterar a pressão arterial, produzir transtornos gastrointestinais e neuromusculares, além de afetar o sistema renal e o fígado (SCHIFER; BOGUSZ JUNIOR; MONTANO, 2005; TEIXEIRA, 2018; CASTRO, 2006).

Cada elemento possui um nível de ingestão diária aceitável (IDA) de acordo com a condição do indivíduo. Para as mulheres grávidas por exemplo, são tolerados até 250 µg de Pb por dia, em crianças este número se concentra em 60 µg de Pb ao dia e em adultos pode chegar a até 750 µg de Pb/dia. Nas crianças, 50% do chumbo

ingerido é absorvido, nos adultos este número se aproxima aos 16%. O local que mais armazena chumbo no organismo são os ossos, já que a meia-vida do metal é de 27 anos. Quando o Pb vai para o sangue, sua meia-vida é de 37 dias, e em tecidos moles, possui meia-vida de 40 dias (SCHIFER; BOGUSZ JUNIOR; MONTANO, 2005; RUPPENTHAL, 2013).

Baseado nos cálculos realizados neste estudo, o chumbo ingerido seria correspondente a 83,5 a 1.763,5 ng de Pb por dia, quando considerando o consumo de 2 g de óleo de peixe diariamente. Por semana essa quantidade seria equivalente a uma ingestão de 584,5 a 12.344,5 ng de Pb. Para um paciente de porte médio, homem de 70 kg de peso corporal, esta quantidade representaria uma ingestão de 0,00835 a 0,17635  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal, o que estaria dentro da IDA para o chumbo.

Os resultados obtidos por este estudo são pontuais, podendo ficar desatualizados. Neste sentido, tanto um produto estudado e julgado adequado para consumo pode tornar-se impróprio, como o inverso, desde que o fabricante tenha tomado medidas imediatas de melhoria da qualidade. Só a certificação dá ao consumidor a confiança de que uma determinada marca de produto está de acordo com os requisitos estabelecidos nas normas e regulamentos técnicos aplicáveis.

## 6 CONCLUSÕES

Todos os benefícios apresentados pelo consumo de ômega-3 destacam a importância desse suplemento ser acrescentado à dieta humana. Um dos públicos que consome o ômega-3, por exemplo, são as grávidas já que este suplemento auxilia na formação do sistema nervoso, entre outros benefícios. Alguns metais podem atravessar a barreira placentária e prejudicar o feto, como é o caso do chumbo. Por isso é necessário que o consumidor seja cuidadoso no momento em que for escolher qual suplemento comercial comprar e avaliar se os mesmos possuem contaminações excessivas de metais que fazem mal à saúde.

Quanto ao estudo desenvolvido neste trabalho é importante ressaltar que as soluções padrões preparadas em diversas concentrações contribuíram para a construção das curvas de calibração que apresentaram um bom coeficiente de linearidade. Além disso, o método de preparo das amostras por meio de digestão escolhido foi eficiente para detectar e quantificar a presença dos metais.

Além disso, as análises por espectrometria de absorção atômica mostram-se eficientes para determinar os teores de metais nas amostras de óleo de peixe. Em nenhum das cinco amostras comerciais estudadas (A1, A2, A3, A4 e A5) foram encontrados valores detectáveis para o elemento cobre. Para o elemento cádmio foi possível quantificar o teor na amostra A5. Contudo, para o metal chumbo foi possível encontrar quantidades detectáveis em todas as amostras.

Apesar da alta adequação em relação à presença e concentração dos metais cobre e cádmio, somente um dos produtos apresentou adequação para o metal chumbo e os demais produtos apresentaram inadequação quanto à legislação para a concentração de chumbo encontrada, o que sugere a importância e a necessidade de monitoramento constante da qualidade dos óleos de peixe comercializados.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETO, Wanderlino de Sousa. **Um breve levantamento bibliográfico sobre os ácidos graxos ômega-3 e suas características**. Uberlândia: UFU, 2018. Disponível em:  
<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23641/3/BreveLevantamentoBibliogr%C3%A1fico.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- ANDRADE, Priscila de Mattos Machado; RIBEIRO, Beatriz Gonçalves; CARMO, Maria das Graças Tavares do. Suplementação de ácidos graxos ômega 3 em atletas de competição: impacto nos mediadores bioquímicos relacionados com o metabolismo lipídico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 12, n. 6, p.339-344, dez. 2006. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbme/v12n6/a08v12n6.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, 22 de setembro de 2005. Disponível em:  
<[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC\\_269\\_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3)>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria Colegiada – RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. **Diário Oficial da União**, 30 de agosto de 2013. Disponível em:  
<[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd)>. Acesso em: 24 jun. 2019.
- BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira et al. Ácidos graxos das séries ômega 3 e 6 e suas implicações na saúde humana. **Nutrire**, São Paulo, v. 32, n. 2, p.129-145, ago. 2007. Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/profile/Paulo\\_Stringheta2/publication/267366767\\_Acidos\\_graxos\\_das\\_series\\_omega\\_3\\_e\\_6\\_e\\_suas\\_implicacoes\\_na\\_saude\\_humana\\_Omega-3\\_and\\_6\\_fatty\\_acids\\_and\\_implications\\_on\\_human\\_health/links/547452860cf245eb436dd775/Acidos-graxos-das-series-omega-3-e-6-e-suas-implicacoes-na-saude-humana-Omega-3-and-6-fatty-acids-and-implications-on-human-health.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Stringheta2/publication/267366767_Acidos_graxos_das_series_omega_3_e_6_e_suas_implicacoes_na_saude_humana_Omega-3_and_6_fatty_acids_and_implications_on_human_health/links/547452860cf245eb436dd775/Acidos-graxos-das-series-omega-3-e-6-e-suas-implicacoes-na-saude-humana-Omega-3-and-6-fatty-acids-and-implications-on-human-health.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- BERNARDES, Natalia Ribeiro; PESSANHA, Fernanda Fraga; OLIVEIRA, Daniela Barros de. Alimentos Funcionais: Uma breve revisão. **Ciência e Cultura**, Barretos, v. 6, n. 2, p.11-18, nov. 2010. Disponível em:  
<<http://www.unifeb.edu.br/uploads/arquivos/revista-cientifica/revnov2010.pdf#page=11>>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 9, de 17 de agosto de 2009. **Dispõe sobre a relação de produtos permitidos para dispensação e comercialização em farmácias e drogarias**. Brasília, Distrito Federal, 2009. Disponível em:

<[http://www.cff.org.br/userfiles/file/noticias/in9\\_170809.pdf](http://www.cff.org.br/userfiles/file/noticias/in9_170809.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2019.

CAMPOS, Heloisa Rodrigues de Oliveira. **Óleo de peixe em cápsulas comercializadas em Brasília – DF: perfil de ácidos graxos, nível de oxidação, metais pesados e rotulagem**. Brasília: UnB, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21693/3/2016\\_HeloisaRodriguesdeGouvêaCampos.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21693/3/2016_HeloisaRodriguesdeGouvêaCampos.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2019.

CASTRO, Sebastião Venâncio de. **Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas do Alto Rio das Velhas - MG**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/220M.PDF>>. Acesso em: 17 jun. 2019

CHANG, Yoon Kil. **Alimentos funcionais e aplicação tecnológica: Padaria da Saúde e Centro de Pesquisas em Tecnologia de Extrusão**. Londrina: Embrapa, 2001. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Lys\\_Candido/publication/26978283\\_Alimentos\\_funcionais/links/55302c7b0cf2f2a588ab09c4.pdf#page=39](https://www.researchgate.net/profile/Lys_Candido/publication/26978283_Alimentos_funcionais/links/55302c7b0cf2f2a588ab09c4.pdf#page=39)>. Acesso em 14 abr. 2019.

CUMONT, G; Dypdahl, H. P; Gadd, K; Havre, G. N; Julshamn, K; Lind, B; Loimaranta, J; Merseburg, M; Olsson, A; Piepponen, S; Uppstad, B. J; Waaler, T. **Journal of AOAC International**, v. 83, n. 5, p. 1204-1211(8), Sep. 2000.

EPOCH TIMES. **Parte do Lago Titicaca está sem peixes devido à poluição por chumbo e selênio**. 17 abr. 2013. [s.l.]. Disponível em: <<https://www.epochtimes.com.br/parte-do-lago-titicaca-esta-sem-peixes-devido-a-poluicao-por-chumbo-e-selenio/>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

FANI, Márcia. Ácidos graxos poliinsaturados nos alimentos. **Aditivos e Ingredientes**, [s.l.]. Nov. 2015. Disponível em: <[https://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201603/2016030341610001458830530.pdf](https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201603/2016030341610001458830530.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2019.

FERNANDES, Lisiane Heinem; MAINIER, Fernando Benedicto. Os riscos da exposição ocupacional ao cádmio. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p.194-199, 2014. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/V9N2A3/SGV9N2A3>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

FERREIRA, Aldo Pacheco; WERMELINGER, Eduardo Dias. Concentrações séricas de metais e suas implicações para a saúde pública. **Health Sciences Institute**. [s.l.], p. 13-19. 2013. Disponível em: <[https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2013/01\\_jan-mar/V31\\_n1\\_2013\\_p13a19.pdf](https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2013/01_jan-mar/V31_n1_2013_p13a19.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

G1. **Contaminação por chumbo atinge 103 crianças na China**. 12 jun. 2011. [s.l.]. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/06/contaminacao-por-chumbo-atinge-103-criancas-na-china.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

GARÓFOLO, Adriana; PETRILLI, Antônio Sérgio. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 9, n. 5, out. 2006. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732006000500009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000500009&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 22 nov. 2019.

KAYSER, Cássia G. R. et al. Benefícios da ingestão de omega 3 e a prevenção de doenças crônico degenerativas - Revisão sistemática. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, São Paulo, v. 4, n. 21, p.137-146, jun. 2010. Disponível em:

<[www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/download/272/252](http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/download/272/252)>. Acesso em: 24 jun. 2019.

LIMA, Daniel Padilha. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do Rio Cassiporé, estado do Amapá, Amazônia, Brasil.**

Macapá: UNIFAP, 2013. Disponível em: <[http://ppgbio.unifap.br/wp-content/uploads/2017/09/Daniel\\_Lima\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Final.pdf](http://ppgbio.unifap.br/wp-content/uploads/2017/09/Daniel_Lima_Disserta%C3%A7%C3%A3o_Final.pdf)>.

Acesso em: 17 abr. 2019.

LOBO, Frederico. Peixes e contaminação por metais tóxicos. **Ecodebate**. 14 jan.

2011. [s.l.]. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2011/01/14/peixes-e-contaminacao-por-metais-toxicos-artigo-de-frederico-lobo/>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

MACHADO, Leonardo Lafetá. **Cadmio, chumbo e mercúrio em medicamentos fitoterápicos.** 160 f. Universidade de Brasília, Brasília, 2001. Disponível em:

<<http://www.toxicologia.unb.br/admin/ckeditor/kcfinder/upload/files/disserta%E7%E3o%20Leonardo.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

MANDARINO, José Marcos Gontijo; ROESSING, Antonio Carlos; BENASSI, Vera de Toledo. **Óleo Alimentos Funcionais.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 81p.

MARTIN, Clayton Antunes et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, dez. 2006. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-52732006000600011&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000600011&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 22 nov. 2019.

MARTINS, Marcos Batista et al. Propriedades dos ácidos graxos poliinsaturados – Omega 3 obtidos de óleo de peixe e óleo de linhaça. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, [s.l.], v. 26, n. 2, p.153-156, 2008. Disponível em:

<[https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2008/02\\_abr\\_jun/V26\\_N2\\_2008\\_p153-156.pdf](https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2008/02_abr_jun/V26_N2_2008_p153-156.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MORAES, Viviane Helena Ferreira. **Alegações sobre as propriedades funcionais do licopeno: um estudo com consumidores do município de Campinas/SP.** Campinas: UNICAMP, 2007. Disponível em:

<[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256222/1/Moraes\\_VivianeHelenaFerreira\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/256222/1/Moraes_VivianeHelenaFerreira_M.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MOREIRA, Fátima Ramos; MOREIRA, Josino Costa. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Panamericana de Salud Publica**, [s.l.]. v. 15, n. 2, p.29-119, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rpsp/v15n2/20821.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

NASCIUTTI, Priscilla Regina et al. Ácidos graxos e o sistema cardiovascular. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p.11-29, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/acidoss%20graxos.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

NOVELLO, Daiana; FRANCESCHINI, Priscilla; QUINTILIANO, Daiana Aparecida. A importância dos ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p.77-87, jun. 2008. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/salus/article/view/694/825>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

PACHECO, Maria Teresa Bertoldo; SGARBIERI, Valdemiro Carlos. **Alimentos funcionais: conceituação e importância na saúde humana**. Londrina: Embrapa, 2001. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Lys\\_Candido/publication/26978283\\_Alimentos\\_funcionais/links/55302c7b0cf2f2a588ab09c4.pdf#page=39](https://www.researchgate.net/profile/Lys_Candido/publication/26978283_Alimentos_funcionais/links/55302c7b0cf2f2a588ab09c4.pdf#page=39)>. Acesso em 14 abr. 2019.

PIKE, Ian H.; JACKSON, Andrew. **Fish oil: production and use now and in the future**. [s.l.]. 2010. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/lite.201000003>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

RÊGO, Fernando Luiz Trindade. **Estudo do perfil de ácidos graxos e a razão entre ômega 6/ômega 3 em pescado**. Salvador: UFBA, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/11594/5/Tese%20Fernando%20Luiz%20T%20R%C3%AAgo.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

REIS JUNIOR, Josafá José do Carmo; SILVA, Carlos Alberto. **Determinação de Mercúrio, Chumbo, Cádmi e Arsênio em Peixes Marinhos Comercializados em Aracaju: Implicações e Risco à Saúde Humana**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110447/1/148.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

ROCHA, Adriano Ferreira da. **Cádmi, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública**. Porto: FCNAUP, 2009. Disponível em: <[https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311\\_0925TCD25.pdf](https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54676/4/127311_0925TCD25.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Toxicologia**. Santa Maria: Rede E-tec Brasil, 2013. 128 p. Disponível em: <<https://efivest.com.br/wp-content/uploads/2019/02/toxicologia.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.



SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 100, n. 1, p.1-40, jan. 2013. Disponível em: <[http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2013/Diretriz\\_Gorduras.pdf](http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2013/Diretriz_Gorduras.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019.

SHABESTARI, Aida Badamchi et al. Development of Environmental Analysis for Determination of Total Mercury in Fish Oil Pearls by Microwave Closed Vessels Digestion Coupled with ICPOES. **Ekoloji**. [s.l.], p. 1935-1943. set. 2018. Disponível em: <<http://ekolojidergisi.com/download/development-of-environmental-analysis-for-determination-of-total-mercury-in-fish-oil-pearls-by-5492.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2019.

SCHIFER, Tiago dos Santos; BOGUSZ JUNIOR, Stanislaw; MONTANO, Marco Aurélio Echart. Aspectos toxicológicos do chumbo. **Infarma**, Ijuí, v. 17, n. 5/6, p.67-72, 2005. Disponível em: <<http://cebrim.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/18/chumbo.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SILVA, Adriana Ferreira da. **Ômega 3: Principais benefícios à saúde humana**. Ariquemes: FAEMA, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/bitstream/123456789/398/1/SILVA%2C%20A.%20F.%20-%20%20C3%94MEGA%203..%20PRINCIPAIS%20BENEF%20C3%8DCIOS%20%20C3%80%20SA%20C3%9ADE%20HUMANA.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

SILVA, Carlos Alberto da; SANTOS, Silvia de Oliveira. Avaliação do Potencial Risco à Saúde Humana de Metais Pesados em Peixes Marinhos Consumidos em Aracaju, Maceió e Salvador, Brasil. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, v. 21, n. 1, p.4-22, dez. 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157184/1/BP-126.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

SONODA, Daniel Yokoyama; SHIROTA, Ricardo. Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional. **Visão Agrícola**, [s.l.], v. 11, p.145-147, dez. 2012. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va11-mercado-e-consumo01.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

TEIXEIRA, Rodrigo Spricigo. **Óleo de peixe: saúde e produtos comercializados no Brasil**. Curitiba: UFPR, 2018. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/57684/R%20-%20E%20-%20RODRIGO%20SPRICIGO%20TEIXEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

VAZ, Diana Souza Santos et al. A importância do ômega 3 para a saúde humana: um estudo de revisão. **Uningá Review**, Maringá, v. 20, n. 2, p.48-54, dez. 2014. Disponível em: <[https://www.mastereditora.com.br/periodico/20141103\\_154429.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20141103_154429.pdf)>. Acesso em: 17 jun. 2019

VIDAL, Andressa Meirelles. et al. **A Ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças**. Aracaju: Cadernos de Graduação – Ciências Biológicas e da Saúde, 2012. ISSN 2316-3151 versão online. Disponível em:  
<<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernobiologicas/article/viewFile/284/112>>. Acesso em: 9 abr. 2019.