



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA**

ERIKA MARIA DA SILVA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE METAIS (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr,Cu, Fe,K, Mg, Mn,
Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn ,Sr, V, Zn) EM
Liposarcus pardalis (BODÓ) E *Prochilodus Cearensis* (CURIMATÃ).**

FORTALEZA

2018

ERIKA MARIA DA SILVA OLIVEIRA

AValiação de Metais (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr,Cu, Fe,K, Mg, Mn, Mo,
Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn ,Sr, V, Zn) EM
Liposarcus pardalis (BODÓ) E *Prochilodus Cearensis* (CURIMATÃ).

Monografia submetida à coordenação do curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado em Química Bacharelado com habilitação em Química Industrial.

Orientadora Pedagógica: Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal.

Orientadora Vocacional: Msc. Crisiana de Andrade Nobre.

FORTALEZA
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O46a Oliveira, Erika Maria da Silva.
Avaliação de Metais (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr,Cu, Fe,K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn ,Sr, V, Zn) em Liposarcus pardalis (Bodó) e Prochilodus Cearensis (Curimatã) / Erika Maria da Silva Oliveira. – 2018.
47 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal.
1. Química analítica. 2. Química ambiental. 3. Espectrofotometria de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente-ICP-OES. 4. Liposarcus pardalis. 5. Prochilodus cea. I. Título.

CDD 540

ERIKA MARIA DA SILVA OLIVEIRA

AValiação de Metais (Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr,Cu, Fe,K, Mg, Mn, Mo,
Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn ,Sr, V, Zn) EM

Liposarcus pardalis (BODÓ) E *Prochilodus Cearensis* (CURIMATÃ).

Monografia submetida à coordenação do curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Graduado em Química Bacharelado com habilitação em Química Industrial.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Msc. Crisiana de Andrade Nobre
Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará
(NUTEC)

Msc. Vitor Paulo Andrade da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais,
Espedito (*in memoriam*) e Ivone.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, que permitiu que essa etapa fosse alcançada e porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Aos meus pais, Espedito, que voltou à morada Divina em maio deste ano e Ivone e à minha irmã Bárbara, que sempre investiram, auxiliaram e apoiaram minha caminhada até aqui, com dedicação, amor, paciência e cuidado. Se não fosse por eles, eu não seria quem sou hoje e agradeço por serem minha família.

Ao meu namorado Marcos, pelo seu apoio, carinho e consideração.

À Universidade Federal do Ceará, por ter proporcionando grandes oportunidades na minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

À Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará, especialmente ao Laboratório de Química Instrumental, por ter cedido os equipamentos e infraestrutura para que este trabalho fosse realizado.

Às minhas orientadoras Ruth Maria Bonfim Vidal e Crisiana de Andrade Nobre, sempre solícitas a me ajudar e a compartilhar conhecimento.

A todos os colegas do NUTEC, especialmente à Cleidiane, ao Rubens e ao Vitor, por compartilharem comigo o conhecimento necessário para a realização deste trabalho. Foi um enorme prazer poder trabalhar com todos.

Às minhas amigas Viviane, Valesca, Rebeca e Carla pela amizade, apoio e companhia.

Agradeço também a todos os colegas e professores que me ajudaram direta e indiretamente a chegar até aqui.

Enfrente a tudo e a todos, no campo de batalha da vida, com a coragem de um herói e o sorriso de um conquistador.

Paramahansa Yogananda.

RESUMO

Os peixes (bodó) *Liposarcus Pardalis* e (curimatã) *Prochilodus Cearensis* são comuns nos açudes do interior do Ceará e bastantes consumidos pela população. O objetivo deste estudo foi determinar as concentrações dos metais (**Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, V, Zn**) nesses peixes e atestar sua qualidade, já que dentre os metais analisados há metais essenciais ao organismo (possuem função fisiológica), microcontaminantes ambientais (metais pesados), e metais essenciais e ao mesmo tempo contaminantes (necessários para o organismo e tóxicos em altas concentrações). A digestão das amostras foi feita por via úmida e utilizou-se Espectrofotômetro de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES). Após a análise, observou-se que os metais essenciais dos peixes analisados possuem concentração nos limites adequados para seres humanos e os metais pesados não ultrapassaram limites estabelecidos pela legislação brasileira e são, portanto adequados ao consumo.

PALAVRAS-CHAVE: metais, alimentação, *Liposarcus pardalis*, *Prochilodus Cearensis*.

ABSTRACT

The fish (bodó) *Liposarcus Pardalis* and (curimatã) *Prochilodus Cearensis* are common in the dams of Ceará's countryside and quite consumed by the population. The objective of this study was to determine the concentrations of metals (**Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, V, Zn**). As well as the presence of essential metals or minerals in the organism (have a physiological function), environmental microcontaminants (heavy metals), and essential metals and the same time contaminates (required for the body and toxic at high concentrations). Digestion of the samples was done by wet method and an Optical Emission Spectrophotometer with Inductively Coupled Plasma (ICP-OES) was used. After the analysis, it was found that the essential metals of the analyzed fish have a concentration in the appropriate limits for humans and the heavy metals did not exceed limits established by Brazilian legislation and are therefore suitable for consumption.

KEYWORDS: metals, feeding, *Liposarcus pardalis*, *Prochilodus cearensis*.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- CONCENTRAÇÕES UTILIZADAS PARA AS CURVAS DE CALIBRAÇÃO.....	21
TABELA 2- ALÍQUOTAS UTILIZADAS PARA A CONFECÇÃO DAS CURVAS DE CALIBRAÇÃO.	21
TABELA 3-PARÂMETROS ANALÍTICOS PARA A TÉCNICA DE ICP-OES: ELEMENTO, R2 , LD E LQ.....	22
TABELA 4- CONCENTRAÇÃO DE METAIS NO PEIXE LIPOSARCUS PARDALIS.	23
TABELA 5-CONCENTRAÇÕES DE METAIS NA AMOSTRA DE PEIXE PROCHILODUS CEARENSIS.	24
TABELA 6 -QUANTIDADE DE MANGANÊS EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.....	25
TABELA 7-QUANTIDADE DE ZINCO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	26
TABELA 8 -QUANTIDADE DE CÁLCIO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	26
TABELA 9-QUANTIDADE DE FÓSFORO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	27
TABELA 10-QUANTIDADE DE MAGNÉSIO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.....	27
TABELA 11-QUANTIDADE DE FERRO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	28
TABELA12- QUANTIDADE DE SELÊNIO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	29
TABELA 13-QUANTIDADE DE POTÁSSIO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	29
TABELA 14 -QUANTIDADE DE CROMO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.	31
TABELA 15-QUANTIDADE DE SÓDIO EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.....	31
TABELA16 -QUANTIDADE DE COBRE EM DIFERENTES FONTES PROTEICAS.....	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ESQUEMA DO EQUIPAMENTO ICP-OES.....	18
FIGURA 2- PEIXES LIPOSARCUS PARDALIS E PROCHILODUS CEARENSIS.	19

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	15
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2. 2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. METODOLOGIA	20
3.3 INSTRUMENTAÇÃO	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÃO	36
6.ANEXOS	37
7. BIBLIOGRAFIA	45

1.INTRODUÇÃO

Os peixes são importantes organismos do ecossistema aquático, no consumo alimentar humano e na economia. Seu consumo regular de uma a duas vezes por semana é recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), devido seu alto valor nutricional. São fonte de proteínas, vitaminas, minerais (elementos essenciais), ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa e possuem baixo teor de gorduras saturadas. Por apresentarem essas características nutricionais que são fundamentais para a realização de diversas funções fisiológicas no corpo humano, são importantes para a manutenção da boa saúde. (SILVA, 2012)

Pesquisas realizadas comprovaram que o consumo de peixe com frequência está associado à redução de riscos de câncer de próstata em homens. (FERNANDES, 2012).O consumo de peixes também possui efeito protetor contra doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral isquêmico. Também foi demonstrados que há benefícios em relação ao consumo de peixes no tratamento de depressão e transtorno bipolar em crianças e adolescentes e ao bom desempenho cognitivo em adolescentes. (MELLO SILVA, 2012).

Além dos minerais (elementos essenciais) serem encontrados nos peixes, também podem ser encontrados metais pesados, que são tóxicos e que danificam as funções orgânicas dos seres humanos. Esses metais são ingeridos pelos peixes a partir do meio contaminado de onde vivem. O meio pode ser contaminado pelos rejeitos inadequados de efluentes industriais ou até mesmo pela característica geológica do corpo hídrico.

De acordo com FORAM,1990, os riscos a saúde associados à ingestão de pescado contaminado por metais pesados chegam a ser de vinte a quarenta vezes mais elevada do que o resultado de ingestão de água contaminada, pois os organismos aquáticos são capazes de concentrar os elementos traço em até cento e cinco vezes as concentrações observadas no meio ambiente.

O potencial tóxico dos metais pesados no organismo é diverso e pode causar alergias, câncer, lesões cerebrais e renais, inflamação gastrointestinal, hipertensão, doenças crônicas e até mesmo morte. (FONTES, 2015)

Diante do exposto e devido ao consumo destes peixes pela população, a investigação sobre a qualidade do produto a ser consumido é muito importante para

garantir a saúde dos consumidores. Assim, este estudo teve como objetivos determinar os metais Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, V, Zn em espécies de peixes *Liposarcus Pardalis* (bodó) e *Prochilodus Cearensis* (curimatã), muito comuns em açudes do interior do Estado do Ceará e bastante consumidos, utilizando a técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com fonte de plasma acoplado indutivamente (ICP-OES); realizar uma avaliação estimativa de existência de risco no consumo destes peixes, bem como a avaliação qualitativa e quantitativa dos metais presentes nas espécies analisadas.

Os peixes analisados são da espécie *Liposarcus Pardalis* (bodó), que é um peixe de água doce da ordem Siluriformes e família Loricariida, que agrupa os cascudos e acarís; e da espécie *Prochilodus Cearensis* (curimatã), da ordem Characidae e da família Prochilodontidae, com 24 espécies espalhadas pelo Brasil.

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1 METAIS

Os metais são elementos químicos que apresentam diversas propriedades físicas características. São excelentes condutores de eletricidade e calor, apresentam um brilho metálico característico (são brilhantes e lustrosos e apresentam altos índices de reflexão), são maleáveis e dúcteis (não apresentam muita resistência à deformação de sua estrutura mas apresentam uma intensa força de coesão que mantém os átomos unidos) e apresentam altos pontos de fusão e ebulição. (Lee, 2000).

Os metais podem ter diversas classificações, baseadas em diversos critérios. No trabalho aqui esposto, serão classificados em relação à ciência ambiental e em relação à sua quantidade no organismo humano, ao serem considerados minerais essenciais. Dessa forma, os metais, quanto à ciência ambiental são classificados em:

- Elementos essenciais ou minerais: são amplamente encontrados na natureza e possuem função estrutural, funcional e reguladora no organismo humano. Podem ser sub-classificados de acordo com a sua abundância relativa no organismo:

Elementos majoritários - são encontrados em maiores concentrações. Exemplos: hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio, componentes básicos da matéria orgânica, além do enxofre, fósforo, cloro, sódio, potássio, magnésio e cálcio.

Elementos traço - estão em menores concentrações que os elementos majoritários. Exemplos: ferro, zinco e cobre.

Elementos micro-traços – encontram-se em concentrações extremamente baixas, mas possuem uma extraordinária importância para a vida. Exemplos: selênio e o iodo.

- Micro-contaminantes ambientais ou metais pesados: são elementos que podem se bioacumular e biomagnificar nos organismos vivos e causar intoxicação ou até mesmo morte. Exemplos: arsênio, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio,
- Elementos essenciais e simultaneamente micro-contaminantes: são o cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel, pois embora estes elementos serem essenciais no organismo, em grandes quantidades podem causar intoxicações que afetam o sistema nervoso, gastrointestinal e diversos outros sistemas do corpo humano.

Os nutrientes necessários para o organismo humano poder realizar todas as suas funções bioquímicas são subdivididos de acordo com a sua importância nutricional para os seres humanos, em macronutrientes e micronutrientes.

Os macronutrientes são os nutrientes que contém energia, como os carboidratos, proteínas e lipídeos e os micronutrientes são os nutrientes que não contém energia, como as vitaminas e os minerais essenciais. Nessa categoria de minerais, a classificação em relação à quantidade natural no organismo pode ser:

- **Macrominerais** (elementos de volume), necessários em quantidade de 100 mg/dia ou mais, são: cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, sódio, cloro e potássio.
- **Microminerais** (elementos-traço), necessários em menores quantidades diárias e esses por sua vez, são divididos em oligoelementos e em elementos ultratraços, requeridos em pequenas quantidades diárias para manutenção da normalidade metabólica das células. Os oligoelementos variam de 1 a 100mg/dia e são zinco, ferro, manganês, cobre e flúor. Os elementos ultratraços são requeridos em doses inferiores a $\mu\text{g}/\text{dia}$ sendo estes selênio, molibdênio, iodo, cromo, boro, cobalto.

2.2 METAIS PESADOS

Há diversos conceitos que definem o que são metais pesados, e embora saibamos que os metais são bioacumulativos (se acumulam nos organismos, não são metabolizados nem excretados pelo corpo) e alguns, porém nem todos, podem ser biomagnificadores (aumentam sua concentração ao longo da cadeia alimentar) (BAIRD, 2011), nem sempre são levados em consideração os níveis de toxicidade no meio ambiente. De forma geral, para a maioria dessas classificações, o conceito de metal pesado está associado com propriedades químicas que não expressam seu potencial tóxico. A maioria dos autores considera as seguintes propriedades químicas: massa específica, considerando que os metais pesados apresentam massa específica elevada, entre 3,5 e 7,0 g/cm^3 (de acordo com o autor); massa atômica, sendo que a maioria dos autores considera a massa atômica maior que 20; número atômico, sendo geralmente considerado o número atômico maior que 20 e densidade atômica elevada, considerada maior que 6 g/cm^3 para a maioria dos autores. (LIMA&VERÇON, 2011).

Os metais considerados pesados podem desencadear diversos danos permanentes no sistema nervoso, no sistema cardiovascular, na produção de sangue, no sistema gastrointestinal, no sistema reprodutivo e no funcionamento do rim. Esses elementos

também alteram as estruturas celulares, as enzimas e substituem metais cofatores de atividades enzimáticas e são quimicamente muito reativos.

Os metais pesados podem ser encontrados naturalmente no meio ambiente, provenientes de fontes geológicas e a quantidade do elemento encontrado depende do teor da rocha de origem e do grau de intemperização sofrido por este material. Além disso, os podem ter sido adicionados pela ação humana, por meio de descarte indevido resíduos de indústrias e mineradoras. (BONFIM, 2018).

2.3 ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO ÓTICA COM PLASMA INDUTIVAMENTE ACOPLADO (ICP OES)

É um dos diversos métodos de análise quantitativa que se baseia na interação da radiação eletromagnética com a matéria, na medida quantitativa da emissão óptica de átomos ou íons excitados para determinar a concentração de um analito. (SKOOG, 2006).

O estágio de menor energia, no qual se tem a configuração eletrônica mais estável do átomo, é nomeado por estado fundamental. Se uma energia de alta magnitude for fornecida ao átomo, essa energia será absorvida pelo átomo, e um elétron mais externo será promovido para uma configuração mais energética, conhecida por estado excitado. Portanto, como o estado excitado é um estágio instável, o elétron irá permanecer neste estágio por microssegundos e espontaneamente retornará à configuração mais estável, à configuração do estado fundamental. O elétron retornará ao seu estado inicial, e essa energia excedente de energia absorvida será emitida por um comprimento de onda específico, detectado pelos registros do equipamento e a concentração do analito é proporcional à intensidade da radiação emitida. (VOGEL, 2002).

O instrumento utilizado para detectar a concentração dos metais analisados foi o espectrometro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), a fonte deste instrumento que faz com que os elétrons sejam emitidos é o plasma de gás argônio.

O plasma é um fluxo gasoso altamente energético que é produzido por uma bobina de radiofrequência que gera um campo magnético alternado. O gás é ionizado por uma faísca de uma bobina tesla e os íons e os elétrons resultantes da ionização interagem com o campo magnético alternado e são acelerados gerando um aquecimento ôhmico devido à resistência dos íons e elétrons a esse movimento de íons. Assim o

plasma é formado e continua a ser estabilizado pela bobina de radiação. É o plasma que irá excitar os elétrons da amostra, fornecendo energia de alta magnitude para a amostra ser vaporizada, em seguida para as moléculas serem convertidas em átomos e depois para esses átomos serem ionizados e finalmente serem excitados.(SKOOG,2006).

É um dos métodos instrumentais mais sensíveis, já que o plasma tem capacidade de atomizar totalmente todos os compostos e por ser produzido por um gás inerte, não há reações da amostra com a matriz produzindo outros compostos interferentes indesejáveis, além disso é uma técnica multielementar e de fácil execução.(SKOOG,2006).

Porém, como desvantagem tem-se o preço do próprio equipamento e do gás argônio. A Figura 1 apresenta um diagrama de blocos simplificado do equipamento, em que pode-se ver que após a inserção da amostra, esta passa pelo dispositivo que possui a fonte de plasma, logo após ocorre a excitação dos átomos e emissão de comprimentos de onda. Em seguida, um dispositivo chamado monocromador seleciona os comprimentos de onda emitidos e esses comprimentos de onda são convertidos em sinal elétrico pelo detector e posteriormente são registrados no registrador na forma dos resultados.

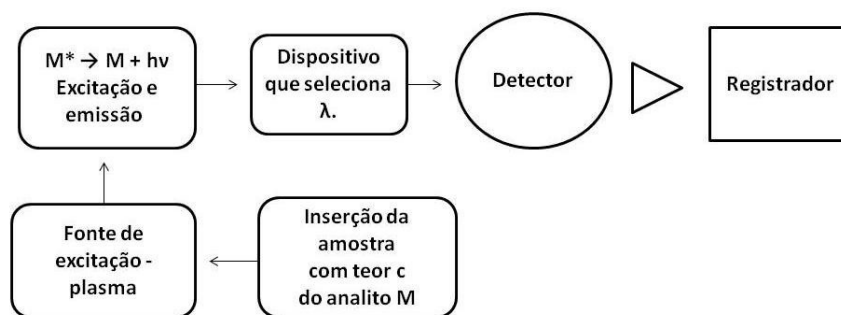


Figura 1- Esquema do equipamento ICP-OES.

Fonte: autora

2.4 L IPOSARCUS PARDALIS

O *Liposarcus pardalis*, popularmente denominado bodó no interior do ceará e acari-bodó em outras regiões, é um peixe amazônico comercializado vivo porque após a morte desse animal há um rápido processo de deterioração muscular. Isso o torna um pescado de baixo valor comercial, quando comparado às demais espécies de peixes amazônicos. É da ordem Siluriformes e família Loricariida, que agrupa os cascudos e acaris e vive principalmente no fundo do corpo hídrico. (SOUZA et al, 2004) . A figura 2 é a imagem dos peixe *Liposarcus Pardalis* e *Prochilodus Cearensis* utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

2.5 PROCHILODUS CEARENSIS

Prochilodus cearensis é regionalmente conhecida como curimatã e pertence à ordem Characiformes, originada das bacias nordestinas principalmente as cearenses sendo atualmente disseminadas por todo o Nordeste e parte do Sudeste. Não defende território nem dispõem cuidados parentais, habitam preferencialmente áreas não marginais do açude e da ordem Characidae e da família Prochilodontidae. (SOUZA, 2018)



Figura 2- Peixes Liposarcus Pardalis e Prochilodus Cearensis.

Fonte: Própria autora.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Determinar qualitativamente e quantitativamente metais em amostras de peixes.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras de peixes para serem analisadas.
- Realizar a digestão das amostras.
- Analisar as amostras de peixe a fim de detectar os níveis de metais presentes.
- Realizar uma avaliação qualitativa dos benefícios dos minerais que são micronutrientes na alimentação humana.

3. METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA

As amostras de *Liposarcus Pardalis* e *Prochilodus Cearensis*, popularmente chamados de bodó e curimatã respectivamente, foram coletadas no Açude Boa Viagem, localizado no distrito rural de Canindé, no interior do Estado do Ceará e em seguida encaminhadas para o Laboratório de Química Instrumental do NUTEC, onde foram mantidas resfriadas e armazenadas em um recipiente de plástico em freezer -16°C até o momento das análises.

3.2 TRATAMENTO DA AMOSTRA

O tecido muscular dos peixes foi retirado e foi pesado 1,0 g das amostras in natura em tubos de teflon e em seguida, em cada tubo, foram adicionados 7 mL de ácido nítrico concentrado e 1 mL de peróxido de hidrogênio 30% (m/v), de acordo com o método AOAC OFFICIAL METHOD 999.10 MILESTONE APPLICATION NOTE HPR-FO-07, em triplicata. Os tubos foram colocados em um microondas com temperatura máxima controlada de 200° C por 45 minutos. Após a digestão, os conteúdos dos tubos foram transferidos para tubos de falcon e diluídos em 40 mL com água deionizada. Depois, foram levados para leitura no ICP OES.

Toda vidraria utilizada neste trabalho, após lavagem convencional com água e sabão, permaneceu imersa em solução de HNO₃ 10% por no mínimo 12 horas, seguida de enxágue com água deionizada.

3.3 CURVAS DE CALIBRAÇÃO

Para a quantificação do teor de metais em amostras de peixes, foram preparadas curvas de calibração dos metais analisados.

Para as curvas 1,2 e 3 foram preparados 07 pontos com as concentrações e metais apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 1- Concentrações utilizadas para as curvas de calibração

CURVAS	P1 (mg/ L)	P2 (mg/ L)	P3 (mg/ L)	P4 (mg/ L)	P5 (mg/L)	P6 (mg/ L)	P7 (mg/ L)
C1	0,015	0,05	0,15	0,3	1	2	5
C2	0,03	0,15	0,3	1	2	5	10
C3	0,15	0,3	1	2	5	10	15

Fonte: elaborada pelo autor.

A curva 1 corresponde aos elementos Na, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Cd, Ba, Sc.

A curva 2 corresponde aos elementos B, Mo, Al.

A curva 3 corresponde aos elementos Mg, As, Se, Sb, Sn, Pb, K, P, Bi.

As soluções de calibração foram preparadas utilizando soluções estoque da marca Sigma Aldrich, todos com 1000 ppm de concentração. As concentrações da curva de calibração variaram, C1 e C2 foram feitas a partir de uma solução de 10 ppm, retirando-se uma alíquota de 1mL de cada solução padrão. Para a curva 3 todos os pontos foram feitos diretamente dos padrões de 1000 ppm. Para fazer cada ponto da curva um e da curva dois foram retiradas as seguintes alíquotas:

Tabela 2- Alíquotas utilizadas para a confecção das curvas de calibração.

CURVAS	P1 (mL)	P2(mL)	P3(mL)	P4(mL)	P5(mL)	P6(m L)	P7(mgL)
C1	0,015	0,03	0,15	0,3	1	2	5
C2	0,03	0,15	0,3	1	2	5	10
C3	0,15	0,3	1	2	5	1	15

Fonte: elaborada pelo autor.

Os elementos, coeficientes de determinação (r^2), os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3-Parâmetros analíticos para a técnica de ICP-OES: Elemento, R², LD e LQ

Elemento	R ²	LD mg/L	LQ mg/L
Na	0,9797	0,005	0,015
Ca	0,9999	0,005	0,015
V	0,9999	0,005	0,015
Cr	0,9999	0,005	0,015
Mn	0,9991	0,005	0,015
Fe	0,9999	0,005	0,015
Co	0,9998	0,005	0,015
Ni	0,9998	0,005	0,015
Cu	0,9996	0,005	0,015
Zn	0,9967	0,005	0,015
Sr	0,9999	0,005	0,015
Cd	0,9998	0,005	0,015
Ba	0,9999	0,005	0,015
Sc	0,9999	0,005	0,015
B	0,9993	0,01	0,03
Mo	0,9998	0,01	0,03
Al	0,9997	0,01	0,03
Mg	0,9991	0,05	0,15
As	0,9997	0,05	0,15
Se	0,9997	0,05	0,15
Sb	0,9997	0,05	0,15
Sn	0,9996	0,05	0,15
Pb	0,9995	0,05	0,15
K	0,9981	0,05	0,15
P	0,9997	0,05	0,15
Bi	0,9993	0,05	0,15

Fonte: elaborada pelo autor.

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

As determinações dos contaminantes inorgânicos foram realizadas em um equipamento ICP-OES da marca Thermo Scientific, modelo iCAP 6000 Series, com visão axial, equipado com uma fonte de radio. O software utilizado foi o iTEVA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo trouxe o conhecimento dos níveis de concentração de vinte e seis (26) elementos e os resultados encontrados após a análise no ICP-OES estão contidos na tabela 4 e 5, para os peixes *Liposarcus pardalis* e *Prochilodus Cearensis*, respectivamente.

Tabela 4- Concentração de Metais no peixe *Liposarcus pardalis*.

METAL	CONCENTRAÇÃO (mg/ kg)
Al	41,01
As	<LD
B	<LD
Ba	0,63
Bi	<LD
Ca	1297,66
Cd	0,01
Co	0,02
Cr	0,35
Cu	0,24
Fe	41,09
K	2969,08
Mg	249,45
Mn	2,60
Mo	<LD
Na	528,65
Ni	0,86
P	1426,11
Pb	<LD
Sb	2,37
Sc	0,01
Se	0,79
Sn	0,03
Sr	8,15
V	0,26
Zn	4,37

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 5-Concentrações de Metais na amostra de peixe Prochilodus Cearensis.

METAL	CONCENTRAÇÃO (mg/ kg)
Al	11,68
As	<LD
B	<LD
Ba	0,17
Bi	<LD
Ca	418,29
Cd	0,0019
Co	0,020
Cr	0,16
Cu	0,31
Fe	13,26
K	2355,102
Mg	188,79
Mn	1,01
Mo	<LD
Na	1515,22
Ni	0,70
P	1056,84
Pb	<LD
Sb	0,706
Sc	0,00031
Se	0,48
Sn	0,017
Sr	1,85
V	0,26
Zn	8,52

Fonte: elaborada pelo autor.

É verificada que há boa qualidade no peixe consumido neste açude e há uma concentração razoável dos metais que são benéficos à saúde humana presentes nas amostras.

Os elementos essenciais determinados desempenham diversas funções fisiológicas no corpo. Apresentam função estrutural, funcional e reguladora, já que fazem parte da composição de ossos e dentes, são responsáveis pelas funções fisiológicas como ritmo cardíaco, contratilidade muscular, condução nervosa, equilíbrio hídrico e manutenção do equilíbrio ácido-básico e têm função de regulação, além de serem responsáveis pelo metabolismo celular.

MANGANÊS

O manganês é responsável pelo funcionamento normal do cérebro, prevenção de deformidades ósseas e reprodução, além de ativar diversas enzimas, como a glicosiltransferase, quinases, transferases, hidrolases e decarboxilases. Ambos os peixes *Liposarcus Pardalis* e *Prochilodus Cearensis* possuem 2,60 e 1,01 ppm respectivamente, sendo portanto o *Liptrosarcus pardalis* o peixe em que há maior quantidade desse micronuente. A ingestão diária recomendada para adultos que é de 2,3 mg por dia de acordo com a D.O.U de 17/12/2004 da ANVISA. De acordo com a Associação Brasileira de Nutrologia, as concentrações para fígado de frango e salmão grelhado são de 3 e 2,5 mg/kg, mostradas na Tabela 6, e os peixes analisados encontraram valores próximos a estas outras fontes proteicas.

Tabela 6 -Quantidade de manganês em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de manganês em mg/kg
Fígado de frango cozido	3
Salmão grelhado	2,5
<i>Liposarcus Pardalis</i>	2,60
<i>Prochilodus Cearensis</i>	1,00

Fonte: elaborada pelo autor.

ZINCO

Foi encontrada a concentração de 4,37 mg/kg de zinco na amostra de *Liposarcus Pardalis* e 8,52 mg/ kg na amostra de *Prochilodus Cearensis*. A deficiência prolongada de zinco pode causar anorexia, pelo aumento dos níveis de norepinefrina e alterações no hipotálamo; retardo no crescimento e defeito no crescimento fetal; cicatrização lenta; intolerância à glicose pela diminuição de produção de insulina; hipogonadismo, impotência sexual e atrofia testicular; atraso na maturação sexual e esquelética; restrição da utilização de vitamina A; disfunções imunológicas, ocorrendo infecções intercorrentes; desordens de comportamento, ansiedade, depressão, hiperatividade e dificuldades de aprendizado e memória; diarreia, dermatite e alopecia. De acordo com a regulamentação da ANVISA, a ingestão recomendada de zinco corresponde a 7,00 mg por dia. A Tabela 7 mostra as concentrações de outras fontes proteicas, como carne de porco e de aves 35 mg/kg e 13 mg/kg, respectivamente, sendo valores maiores que as concentrações das amostras de peixes.

Tabela 7-Quantidade de zinco em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de zinco em mg/kg
Carne de porco	35
Carne de aves (media)	13
<i>Liposarcus Pardalis</i>	4,37
<i>Prochilodus Cearensis</i>	8,52

Fonte: elaborada pelo autor.

CÁLCIO

Considerado o mineral mais abundante do organismo, fazendo parte da constituição de ossos e dentes e também faz parte da composição do sangue, fluido extracelular e tecidos moles. O cálcio representa um papel fundamental na saúde óssea, especialmente durante o crescimento ósseo na infância e adolescência, e na manutenção da resistência óssea e prevenção da osteoporose. A espécie *Liposarcus Pardalis* possui concentração de 1297,66 ppm e a espécie *Prochilodus Cearensis* possui a concentração de 418,29 ppm. A ingestão diária é de 1000,00 mg de acordo com a regulamentação da ANVISA. De acordo com a Associação Brasileira de Nutrologia, a sardinha sem pele e a salsinha de peru/frango fornecem uma quantidade de cálcio de 840 mg/kg e 440 mg/kg, mostradas na Tabela 8. Infere-se portanto, que o *Liposarcus Pardalis* é a fonte proteica com maior quantidade de cálcio dentre as fontes listadas na tabela.

Tabela 8 -Quantidade de cálcio em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de cálcio em mg/kg
Sardinha sem pele	840
Salsinha de peru/frango	440
<i>Liposarcus Pardalis</i>	1297,66
<i>Prochilodus Cearensis</i>	418,29

Fonte: elaborada pelo autor.

FÓSFORO

O fósforo faz parte da composição dos ossos e dentes, juntamente com o cálcio, na forma de matriz óssea dura, fazendo parte também da composição de tecidos moles e no fluido extracelular. Na espécie *Liposarcus Pardalis* foram detectados 1426,12 mg/kg e para a espécie *Prochilodus Cearensis* foram detectados 1056,84 mg/kg. A recomendação da ANVISA é de 700,00 mg diários. Bacalhau fresco cozido apresenta

uma quantidade de fósforo de 2250 mg/kg, o salmão grelhado apresenta uma quantidade de 3220 mg/kg, o o peito e a asa de frango grelhado com pele apresentam 2080 mg/kg e o lombo de porco grelhado apresenta 2680 mg/kg, de acordo com Instituto Nacional de Saúde Ricardo Jorge, em Portugal. Estes valores estão indicados na Tabela 9.

Tabela 9-Quantidade de fósforo em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de fósforo em mg/kg
Bacalhau fresco cozido	2250
Salmão grelhado	3220
Frango grelhado-peito e asa com pele	2080
Lombo de porco grelhado	2680
<i>Liposarcus Pardalis</i>	1426,12
<i>Prochilodus Cearensis</i>	1056,84

Fonte: elaborada pelo autor.

MAGNÉSIO

Na amostra de peixe *Liposarcus pardalis* foram encontradas cerca de 249,45 mg/kg de magnésio e na amostra de peixe *Prochilodus Cearensis* foram detectadas 188,79 mg/Kg. A sua carência está associada a comportamento nervoso,deprimido, irritável e agressivo de indivíduos. O valor de magnésio recomendado pela ANVISA de 260 mg por dia. O contra-filé bovino apresenta 180 mg/kg de magnésio, a sobrecoxa de frango apresenta 200 mg/kg, o lombo de porco apresenta 250 mg/kg, o pernil de porco apresenta 210 mg/kg, e a costela suína apresenta 160 mg/kg (RESENDE et al apud USDA, 2001). Estes valores estão apresentados na Tabela 10. *Liposarcus Pardalis* apresentou maior concentração de magnésio comparando com as outras fontes proteicas.

Tabela 10-Quantidade de magnésio em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de magnésio em mg/kg
Contra-filé bovino	180
Sobrecoxa de frango	200
Lombo de porco	250
Pernil de porco	210
Costela suína	160
<i>Liposarcus Pardalis</i>	249,45
<i>Prochilodus Cearensis</i>	188,79

Fonte: elaborada pelo autor.

FERRO

Foram detectados 41,09 mg/kg na amostra *Liposarcus Pardalis* e na amostra *Prochilodus Cearensis* foram detectados 13,26 mg/kg. O ferro desempenha um papel importante no transporte de oxigênio, e na respiração celular. Juntamente com a vitamina C e vitaminas do complexo B, nas doses adequadas, têm demonstrado reverter sintomatologia associada à depressão, bipolaridade, apatia, distúrbios alimentares, hiperatividade e etc. A ANVISA recomenda que a ingestão diária deste micronutriente seja de 14 mg por dia. No contra-filé bovino são encontrados 15,8 mg/kg de contra-filé; na sobrecoxa de frango são detectados 9,9 mg/kg; em alguns cortes de carne suína há 12; 7,7 e 9,1 mg/Kg, respectivamente no lombo, no pernil e na costela suína. (RESENDE et al apud USDA, 2001). Estes valores estão informados na Tabela 11. Infere-se portanto que o peixe *Liposarcus Pardalis* supera em quantidade de ferro em relação aos cortes bovino, suíno e de frango.

Tabela 11-Quantidade de ferro em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de ferro em mg/kg
Contra-filé bovino	15,8
Sobrecoxa de frango	9,9
Lombo de porco	12
Pernil de porco	7,7
Costela suína	9,1
<i>Liposarcus Pardalis</i>	41, 1
<i>Prochilodus Cearensis</i>	13,2

Fonte: elaborada pelo autor

SELÊNIO

O selênio é necessário para o crescimento normal, fertilidade e está intimamente relacionado às funções enzimáticas e metabólicas, envolvidos em processos biológicos como mecanismos de imunidade. No caso de doenças crônicas, como aterosclerose, câncer, artrite, cirrose e enfisema, há fortes indícios de que o selênio atue como elemento protetor. Foi detectado na espécie *Liposarcus Pardalis* a concentração de 0,79 mg/Kg e na espécie *Prochilodus Cearensis* a concentração de 0,48 mg/Kg. Dessa forma, para uma maior ingestão de selênio o peixe *Liposarcus Pardalis* é o mais indicado na alimentação, sendo a recomendação diária regulamentada pela ANVISA de 34,0 ($3,4 \times 10^{-5}$ g) microgramas diários deste microelemento. Os valores de selênio encontrados nos músculos de peixes supera os valores deste micromineral encontrados no contra-filé bovino, na sobrecoxa de frango, no lombo de porco e na costela suína,

que foram valores de 0,00167; 0,000129; 0,000324; 0,000307; 0,00024; 0,791092 mg/kg respectivamente (RESENDE et al apud USDA, 2001). Estes valores estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Quantidade de selênio em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de selênio em mg/kg
Contra-filé bovino	0,016
Sobrecoxa de frango	0,00012
Lombo de porco	0,00032
Pernil de porco	0,000307
Costela suína	0,00024
<i>Liposarcus Pardalis</i>	0,79
<i>Prochilodus Cearensis</i>	0,48

Fonte: elaborada pelo autor.

POTÁSSIO

O peixe *Liposarcus Pardalis* apresentou 2969,083 mg/kg e o peixe *Prochilodus Cearensis* apresentou 2355,10 mg/kg nas análises realizadas. Na Tabela 13 há um comparativo entre as amostras de peixes e outras fontes proteicas. Comparando a concentração do *Liposarcus Pardalis* com os cortes de contra-filé bovino, sobrecoxa de frango, lombo de porco e costela suína que são 2950 mg/kg, 1920 mg/kg, 3590 mg/kg e 2330 mg/kg (RESENDE et al apud USDA, 2001). Dessa forma, o peixe *Liposarcus Pardalis* apresenta a maior concentração de potássio. Já o *Prochilodus Cearensis* apresenta uma maior concentração comparando-o com a sobrecoxa de frango e a costela suína.

Tabela 13-Quantidade de potássio em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de potássio em mg/kg
Contra-filé bovino	2950
Sobrecoxa de frango	1920
Lombo de porco	3590
Pernil de porco	3330
Costela suína	2330
<i>Liposarcus Pardalis</i>	2969,083
<i>Prochilodus Cearensis</i>	2355,10

Fonte: elaborada pelo autor.

ALUMÍNIO

Foram encontradas concentrações de alumínio nas duas espécies analisadas, 41,01 mg/kg para a espécie *Liposarcus pardalis* e 11,68 mg/kg na espécie *Prochilodus Cearensis*.

O alumínio tem o papel biológico de ativador enzimático, porém, a toxicidade do alumínio foi constatada recentemente. Embora existam controvérsias, a sua toxicidade está associada a várias complicações clínicas, destacando-se as disfunções neurológicas, como por exemplo o mal de Alzheimer. No homem, a concentração plasmática usual de alumínio é de aproximadamente 5 mg/l, sendo seu maior carreador a transferrina. Os efeitos resultantes da ingestão de alumínio dependem obviamente da absorção, esta, por sua vez, depende da forma química do metal, sendo vários os fatores responsáveis pela biodisponibilidade do alumínio (QUINTAES apud Fimreite et al., 1997; Roberts et al., 1998), já outros estudos mostram que menos de 1% do alumínio ingerido é absorvido e armazenados nos ossos. De acordo com a agência FAPESP, a quantidade limite de alumínio que pode ser ingerida é de 14 mg por dia.

CROMO

A toxicidade do cromo depende de seu estado de oxidação. Há muitas referências sobre os efeitos cancerígenos do Cr (VI) e há possibilidades dos íons Cr (V) também serem cancerígenos; os íons Cr (III), entretanto, não apresentam implicações tóxicas. O Cr (VI) pode causar irritação estomacal e úlceras, convulsões, danos no rim e no fígado, e mesmo morte. Úlceras podem surgir caso a pele tenha contato com o Cr (VI). O método de quantificação utilizado não permitiu diferenciar qual estado de oxidação do cromo encontrado.

O cromo Cr (III), é importante para o metabolismo normal de carboidratos e lipídeos. A deficiência de cromo em seres humanos apresentam sintomas relacionados ao início de diabetes, como elevação da glicose sanguínea, insulina, colesterol e triglicérides, e diminuição das lipoproteínas de alta densidade (HDL). A recomendação diária para adultos, segundo a ANVISA é de 0,035 mg/dia. A alcatra, o peito de frango, a linguiça de pernil apresentam respectivamente 0,067; 0,12 e 0,08 mg/Kg (RESENDE et al apud USDA, 2001); o peixe *Liposarcus Pardalis* apresentou 0,35 mg/kg e o peixe *Prochilodus Cearensis* apresentou 0,16 mg/kg, valores maiores que os valores da alcatra, peito de frango e linguiça de pernil. Estes valores estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14 -Quantidade de cromo em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de cromo em mg/kg
Alcatra	0,067
Peito de frango	0,12
Linguiça de pernil	0,08
<i>Liposarcus Pardalis</i>	0,35
<i>Prochilodus Cearensis</i>	0,1641

Fonte: elaborada pelo autor.

SÓDIO

Usualmente encontrado nos alimentos como cloreto de sódio, é essencial para diversas funções fisiológicas no organismo, como transmissão nervosa, contração muscular, manutenção da pressão arterial e equilíbrios de fluidos e equilíbrio ácido-básico. Os alimentos em geral já possuem sal e adicioná-lo em excesso na alimentação pode estar associado a hipertensão e doenças cardiovasculares. A OMS determina que o limite máximo para o consumo de sódio seja de 2 g (ou 5 de sal) por dia, sendo a maior parte desse sódio proveniente de alimentos industrializados. De acordo com a Associação Brasileira de Nutrologia, na carne de boi moída há 874 mg/kg; nas análises foram determinados 1515,22 mg/kg para *Prochilodus Cearensis* e 528,65 mg/kg para *Liposarcus Pardalis*; estes valores podem ser encontrados na Tabela 15.

Tabela 15-Quantidade de sódio em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de sódio em mg/kg
Carne de boi moída	874
<i>Liposarcus Pardalis</i>	528,65
<i>Prochilodus Cearensis</i>	1515,22

Fonte: elaborada pelo autor.

ARSÊNIO, BORO, BISMUTO, MOLIBIDÊNIO E CHUMBO

Apresentaram valores abaixo dos limites de detecção nas amostras de *Prochilodus Cearensis* e *Liposarcus Pardalis*

BÁRIO

Embora os mecanismos de toxicidade não serem bem elucidados, constatou-se que os compostos de bário solúveis em água ou no estômago podem diminuir a concentração de potássio no plasma sanguíneo, efeito chamado de hipocalemia. Este efeito tem como sintomas taquicardia ventricular, hipertensão ou hipotensão arterial, fraqueza muscular e paralisia. Além dos efeitos da hipocalemia, podem ocorrer efeitos gastrintestinais como vômitos, diarreia e cólicas abdominais, podendo também afetar o sistema cardiovascular. No peixe *Liposarcus Pardalis* foram quantificados 0,63 mg/kg e no peixe *Prochilodus Cearensis* foram quantificados 0,17 mg/kg. Não existem limites de concentração toleráveis para este metal na atual legislação.

CÁDMIO

O cádmio não existe naturalmente em nenhum organismo, não desempenha portanto, funções nutricionais ou bioquímicas, sendo sua presença prejudicial em qualquer concentração. A galvanoplastia, a fabricação de cimento, a queima de combustíveis fósseis são fontes de cádmio que contamina o solo pela precipitação que lixivia o despejo inadequado e se deposita em reservatórios. O cádmio afeta o sistema nervoso, tendo repercussões no sistema visual, pode gerar alterações cognitivas e psicomotoras. No peixe *Liposarcus Pardalis* foram quantificados 0,016 mg/kg e no peixe *Prochilodus Cearensis* foram quantificados 0,0019 mg/kg de cádmio. O limite de concentração tolerável, de acordo com a ANVISA para este metal, na atual legislação é de 0,05 mg/kg para peixes, sendo portanto as duas espécies dentro dos limites permitidos.

COBALTO

O cobalto é essencial na dieta, pois participa da síntese de cianobalamina ou vitamina (B12). Essa vitamina influencia o metabolismo energético e sua deficiência impede a formação da hemoglobina e uma série de lesões no sistema nervoso central pode ocorrer, além de anemia megaloblástica. O peixe *Liposarcus Pardalis* apresentou a concentração de 0,024 mg/kg e o *Prochilodus Cearensis* apresenta 0,020 mg/kg de cobalto.

COBRE

O cobre não é sintetizado pelo organismo, sendo necessária a ingestão de alimentos para suprir as necessidades. É um importante constituinte do sangue, é encontrado no fígado, cérebro, coração, rim e é responsável por funções imunológicas e é integrante de diversas enzimas. A deficiência de cobre em seres humanos é muito rara, pode ser observada por erro inato do metabolismo, por doenças genéticas raras e em circunstâncias especiais, como: lactentes recuperando-se de desnutrição, lactentes prematuros e de baixo peso ao nascimento alimentados com fórmulas lácteas e pacientes recebendo nutrição parenteral total prolongada. De 0 a 6 meses de idade, a quantidade recomendada é baseada na quantidade de cobre no leite humano. Para adultos, a quantidade recomendada é de 900 µgCu/dia. De acordo com AMANCIO, o fígado, frutos do mar e o cordeiro possuem cerca de 120 mg/kg 100 mg/kg e 48-58 mg/kg. O peixe *Liposarcus Pardalis* apresentou a concentração de 0,24 mg/kg e o *Prochilodus Cearensis* apresenta 0,31 mg/kg. Estes valores estão descritos na Tabela 16. O limite máximo tolerável determinado pela ANVISA é de 30,00 mg/kg.

Tabela16 -Quantidade de cobre em diferentes fontes proteicas.

Fonte Proteica	Quantidade de cobre em mg/kg
Fígado	120
Frutos do mar	100
Cordeiro	48-58
<i>Liposarcus Pardalis</i>	0,24
<i>Prochilodus Cearensis</i>	0,31

Fonte: elaborada pelo autor.

NÍQUEL

O níquel pode ser carcinogênico ou não, dependendo da solubilidade de seus compostos. A atividade carcinogênica depende da solubilidade dos compostos de níquel. Compostos insolúveis, como sulfeto de níquel II (NiS), óxido de níquel (NiO) e sulfeto de níquel (Ni₃S₂), não são facilmente removidos dos tecidos, ou seja, o organismo não metaboliza estes compostos e dessa forma, são mais carcinogênicos do que compostos solúveis como acetato de níquel (Ni(OAc)₂), cloreto de níquel (NiCl₂) e sulfato de níquel (NiSO₄). O níquel tem ampla utilização na indústria, principalmente na

indústria de aço inoxidável, na indústria galvanoplástica e na fabricação de margarina e manteiga a partir de gorduras líquidas, é utilizado como catalizador em algumas reações de hidrogenação. Na espécie de *Liposarcus Pardalis*, determinou-se 0,86 mg/kg e no peixe *Prochilodus Cearensis* foi determinada 0,70 mg/kg. De acordo com a ANVISA, o limite máximo de níquel que pode ser encontrado em alimentos é de no máximo de tolerância de níquel permitido é de 0,50 mg/kg. O valor acima do limite tolerável pode ser proveniente de contaminação no habitat dos peixes ou por contaminação na utilização da faca ao retirar o tecido muscular antes de digerir a amostra, já que a faca é produzida de aço inoxidável. Apesar de os peixes apresentarem limites acima do tolerável, é necessário realizar uma nova análise para considerar que não deva ser ingerido, devido a essa possível contaminação. O aço inoxidável é basicamente produzido pela fusão de sucata de aço inoxidável e diferentes ligas (de cromo, níquel, molibdênio, etc. – dependendo do tipo de aço inoxidável), podendo portanto, a faca utilizada ter níquel em sua composição.

ESCÂNDIO

É considerado um elemento terra rara. Um elemento terra rara é definido como uma série de elementos com propriedades físicoquímicas e características de ocorrência semelhantes, correspondentes do lantânio La ($Z = 57$) ao lutécio Lu ($Z = 71$), além de Sc e Y (BRAGA, 2014). Eles são encontrados em diversos minerais e são de grande importância para o desenvolvimento e manutenção de tecnologias em diversos segmentos, tais como: matriz energética, eletroeletrônico, medicinal, industrial, dentre outros. O peixe *Prochilodus Cearensis* apresenta 0,00031 mg/kg e o *Liposarcus Pardalis* apresenta 0,01mg/kg, portanto, infere-se que o escândio pode fazer parte dos minerais do solo onde o açude se localiza.

ESTANHO

Não há nenhuma evidência de que o estanho e seus compostos sejam carcinogênicos para humanos. No entanto, pesquisas com ratos demonstraram que um composto orgânico, o hidróxido de trifenilestanho, pode produzir câncer após exposição crônica por via oral. Este metal é de ocorrência natural, obtido de minérios ou polimetálicos, amplamente usado na indústria e pode ser encontrado na forma orgânica ou inorgânica, sendo que a toxicidade de alguns compostos orgânicos de estanho são altamente tóxicos, podendo causar danos ao sistema nervosa e até mesmo morte e a

toxicidade do estanho nos compostos inorgânicos é baixa, já que possui uma baixa absorção pelo trato gastrointestinal. O limite máximo tolerado de estanho, segundo a ANVISA, é de 250 mg/kg. O peixe *Prochilodus Cearensis* apresenta 0,017 mg/kg e o *Liposarcus Pardalis* apresenta 0,035 mg/kg, ambos portanto, estão dentro do limite exigido.

ESTRÔNCIO

O estrôncio é um metal pertencente à família dos alcalinos terrosos e pela sua semelhança com o cálcio, há relatos que esse metal pode atuar estimulando a formação óssea, há diversos fármacos que combatem a osteoporose pós-menopausa com o estrôncio como princípio ativo. Na natureza não é encontrado livre, apresenta-se como cátion divalente e hidrofílico. O peixe *Prochilodus Cearensis* apresenta 1,85 mg/kg e o *Liposarcus Pardalis* apresenta 8,15 mg/kg. Não há limites de tolerância de concentração para o estrôncio estabelecidos pela ANVISA.

VANÁDIO

O vanádio é o décimo nono elemento mais abundante da crosta terrestre e o quinto mais abundante dos elementos de transição. Tem uma ampla utilização, sendo utilizado como importante catalizador e tem utilização para colorir vidros, cerâmicas sendo usados também como secante de tintas. O papel do vanádio no corpo humano é pouco conhecido, porém pesquisas realizadas mostram que é um elemento essencial para alguns animais devido às suas atividades fisiológicas e bioquímicas. São vários os efeitos do vanádio no ser humano, como por exemplo: redução da biossíntese de colesterol e dos níveis de triglicerídeos no plasma; estimula o consumo de glicose, e a síntese de glicogênio que o faz mimetizar a insulina; até mesmo algumas evidências de que este elemento possa induzir a mineralização dos dentes e ossos em animais; apresenta um efeito positivo e negativo na força de contração do músculo cardiovascular, entre outros. No peixe *Liposarcus Pardalis* foram detectados 0,26 mg/kg e no peixe *Prochilodus Cearensis* foi detectada uma concentração semelhante, de 0,26 mg/kg. A legislação brasileira não impõe limites de tolerância de concentração de vanádio em alimentos.

5. CONCLUSÃO

Arsênio, boro, bismuto, molibidênio e chumbo apresentaram valores abaixo dos limites de detecção nas amostras de *Prochilodus Cearensis* (curimatã) e *Liposarcus Pardali* (bodó).

A concentração de níquel detectada nos peixes apresentou-se acima dos limites permitidos pela legislação.

Verificou-se que os peixes analisados apresentam quantidades expressivas de elementos essenciais, importantes para o organismo.

O peixe *Liposarcus Pardalis* apresenta maiores concentrações de cálcio, ferro, selênio e cromo.

Porém, é necessária uma avaliação, utilizando outros métodos, para detectar qual estado de oxidação do cromo e do ferro estão presentes nos peixes, para avaliar se é uma concentração de uma espécie tóxica ou não.

Recomenda-se coletar novas amostras para investigar a presença de vanádio, escândio, alumínio, cádmio, estanho em trabalhos futuros.

O consumo de ambos os peixes não é recomendado, devido aos contaminantes inorgânicos detectados e devem ser coletadas novas amostras em épocas diferentes do ano.

6.ANEXOS

DECRETO Nº 55.871, DE 26 DE MARÇO DE 1965

Contaminante Inorgânicos	Alimentos em que podem ser encontrados	Limite Máximo de Tolerância LMT (ppm)
Antimônio	Bebidas alcoólicas fermentadas	0,20
	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	0,20
	Refrescos e refrigerantes	
	Sucos de frutas e xaropes naturais	1,00
	Outros alimentos	2,00
Arsênio	Bebidas alcoólicas fermentadas	0,20
	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	0,10
	Refrescos e refrigerantes	0,20
	Sucos de frutas e xaropes naturais	0,50
	Outros alimentos	1,00
Cádmio	Bebidas alcoólicas fermentadas	0,50
	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	0,20
	Refrescos e refrigerantes	0,20
	Sucos de frutas e xaropes naturais	0,50
	Sucos de frutas e xaropes naturais	0,50
	Outros alimentos	1,00
	Bebidas alcoólicas fermentadas	5,00
Cobre	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	10,0
	Refrescos e refrigerantes	5,00
	Sucos de frutas e xaropes naturais	30,00
	Outros alimentos	30,00
Cromo	Qualquer alimento	0,10
Estanho	Qualquer alimento	250,00
Mercúrio	Peixes, crustáceos e moluscos	0,50
	Qualquer outro alimento	0,01
	Bebidas alcoólicas fermentadas	0,10
Níquel	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	3,00
	Refrescos e refrigerantes	0,10
	Sucos de frutas e xaropes naturais	3,00
	Produtos hidrogenados	4,00
	Outros alimentos	5,00
Selênio	Alimentos sólidos	0,30
	Alimentos líquidos	0,10
Zinco	Bebidas alcoólicas fermentadas	5,00
	Bebidas alcoólicas fermentodestiladas	5,00
	Refrescos e refrigerantes	5,00

	Sucos de frutas e xaropes naturais	25,0	
	Outros alimentos	50,0	
	Origem animal	"in natura"	Industrializado
	Carnes	0,50	1,00
	Aves	0,20	1,00
	Pescado	2,00	2,00
	Leite	0,05	0,05
	Derivados do leite:		
	queijo		1,00
	manteiga		0,10
	outros		0,20
	Ovos	0,10	0,20
	Origem vegetal		
	Bulbos	0,50	0,50
	Raízes e tubérculos	0,50	0,50
	Cereais	0,50	0,50
	Hortaliças	0,50	0,50
	Leguminosas	0,50	0,50
	Frutas (exceto sucos, néctares, cristalizadas ou glaceadas)	0,50	0,50
	Sucos e néctares de frutas		0,40
	Frutas cristalizadas ou glaceadas		1,00
	Oleaginosas	0,20	0,20
	Específico		
	Óleos e gorduras		0,10
	Margarina		0,10
	Refrescos e refrigerantes		0,20
	Bebidas alcoólicas		0,50
	Cacau (exceto manteiga de cacau e chocolate adoçado)		2,00
	Manteiga de cacau		2,00
	Chocolate adoçado		1,00
	Chocolate não adoçado		2,00
	Açúcar (sacarose)		2,00
	Dextrose (glicose)		2,00
	Frutose		0,50
	Xarope de glicose		2,0
	Lactose		2,0
	Café torrado e moído		1,0
	Alimento infantil		0,2
	Caseína e caseinatos		2,0
	Outros	0,80	0,80
Chumbo			

Contaminante inorgânico	Categorias	Limite máximo (mg/kg)
ARSENIO	Óleos e Gorduras comestíveis de origem vegetal e ou animal (incluindo margarina)	0,10
	Açúcares	0,10
	Mel	0,30
	Balas, Caramelos e similares incluindo Goma de Mascar	0,10
	Pasta de cacau	0,50
	Chocolates e produtos de cacau com menos de 40 % de cacau	0,20
	Chocolates e produtos a base de cacau com mais de 40 % de cacau	0,40
	Bebidas alcoólicas (excluídos os sucos)	0,05
	Sucos e néctares de frutas	0,10
	Bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas, exceto vinho	0,10
	Vinho	0,20 mg/L
	Cereais e produtos de e a base de cereais, excluídos trigo, arroz e seus produtos derivados e óleos	0,30
	Trigo e seus derivados exceto óleo	0,20
	Arroz e seus derivados exceto óleo	0,30
	Hortaliças do gênero Brassica excluídas as de folhas soltas	0,30
	Hortaliças Frutos com folhas em bainha	0,10
	Hortaliças Frutos da família Cucurbitaceae	0,10
	Cogumelos (exceto os do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus)	0,10
	Hortaliças leguminosas	0,10
	Legumes (sementes secas das leguminosas) exceto soja	0,10
	Cogumelos do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus	0,30
	Raízes e tubérculos	0,20
	Hastes Jovens e Pecíolos	0,20
	Castanhas, incluindo nozes, pistachios, avelãs, macadâmia e amêndoas	0,80
	Frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas	0,30
	Frutas frescas de bagos e pequenas	0,30
	Azeitonas de mesa	0,30
	Concentrados de tomate	0,50

CHUMBO	Compotas, geléias, marmeladas e outros doces a base de frutas e hortaliças	0,30
	Chá, erva mate, e outros vegetais para infusão	0,60
	Café torrado em grãos e pó	0,20
	Café solúvel em pó ou granulado	0,50
	Gelos comestíveis	0,01
	Sorvetes de água saborizados	0,05
	Sorvetes de leite ou creme	0,10
	Sorvetes a base de fruta	0,10
	Leite fluído pronto para o consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir nem concentrar	0,05
	Creme de leite	0,1
	Leite condensado e doce de leite	0,1
	Queijos	0,50
	Sal para consumo humano	0,50
	Carnes de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral, derivados crus, congelados ou refrigerados, embutidos e empanados crus	0,50
	Miúdos comestíveis exceto fígado e rins	1,00
	Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves decurral	1,00
	Rins de bovinos, ovinos, suínos, caprinos.	1,00
	Ovos e produtos de ovos	0,50
	Peixes crus, congelados ou refrigerados	1,00
	Moluscos cefalópodos	1,00
	Moluscos bivalvos	1,00
	Crustáceos	1,00
	Óleos e Gorduras comestíveis de origem vegetal e ou animal (incluindo margarina)	0,10
	Açúcares	0,10
	Mel	0,30
	Balas, Caramelos e similares incluindo Goma de Mascar	0,10
	Pasta de cacau	0,50
	Chocolates e produtos de cacau com menos de 40 %de cacau	0,20
	Chocolates e produtos a base de cacau com mais de 40 % de cacau	0,40
	Bebidas alcoólicas (excluídos os sucos)	0,05
Sucos e néctares de frutas	0,05	
Bebidas alcoólicas fermentadas e fermento destiladas,exceto vinho	0,20	

Vinho	0,15 mg/L
Cereais e produtos de e a base de cereais, excluídos trigo, arroz e seus produtos derivados e óleos	0,20
Trigo e seus derivados exceto óleo	0,20
Arroz e seus derivados exceto óleo	0,20
Soja em grãos	0,20
Hortaliças do gênero Brassica excluídas as de folhas soltas	0,30
Hortaliças de folha (incluídas as Brassicas de folhas soltas) e ervas aromáticas frescas	0,30
Hortaliças Frutos com folhas em bainha	0,10
Hortaliças Frutos da família Cucurbitaceae	0,10
Hortaliças frutos distintas da família Cucurbitaceae	0,10
Cogumelos (exceto os do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus)	0,10
Hortaliças leguminosas	0,10
Legumes (sementes secas das leguminosas) exceto soja	0,20
Cogumelos do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus	0,30
Raízes e tubérculos	0,10
Hastes Jovens e Pecíolos	0,20
Castanhas, incluindo nozes, pistachios, avelãs, macadâmia e amêndoas	0,80
Frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas	0,10
Frutas frescas de bagos e pequenas	0,20
Azeitonas de mesa	0,50
Concentrados de tomate	0,50
Compotas, geléias, marmeladas e outros doces a base de frutas e hortaliças	0,20
Chá, erva mate, e outros vegetais para infusão	0,60
Café torrado em grãos e pó	0,50
Café solúvel em pó ou granulado	1,00
Gelos comestíveis	0,01
Sorvetes de água saborizados	0,05
Sorvetes de leite ou creme	0,10
Sorvetes a base de fruta	0,07

	Leite fluído pronto para o consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir nem concentrar	0,02
	Creme de leite	0,10
	Leite condensado e doce de leite	0,20
	Queijos	0,40
	Sal para consumo humano	2,00
	Carnes de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral, derivados crus, congelados ou refrigerados, embutidos e empanados crus	0,10
	Miúdos comestíveis exceto fígado e rins	0,50
	Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral	0,50
	Rins de bovinos, ovinos, suínos, caprinos	0,50
	Ovos e produtos de ovos	0,10
	Peixes crus, congelados ou refrigerados	0,30
	Moluscos cefalópodos	1
	Moluscos bivalvos	1,5
	Crustáceos	0,5
	Mel	0,1
	Pasta de cacau	0,30
	Chocolates e produtos de cacau com menos de 40 % de cacau	0,20
	Chocolates e produtos a base de cacau com mais de 40 % de cacau	0,30
	Bebidas analcoólicas (excluídos os sucos)	0,02
	Sucos e néctares de frutas	0,05
	Bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas, exceto vinho	0,02
	Vinho	0,01 mg/L
CADMIO	Cereais e produtos de e a base de cereais, excluídos trigo, arroz e seus produtos derivados e óleos	0,10
	Trigo e seus derivados exceto óleo	0,20
	Arroz e seus derivados exceto óleo	0,40
	Soja em grãos	0,20
	Hortaliças do gênero Brassica excluídas as de folhas soltas	0,05
	Hortaliças de folha (incluídas as Brassicas de folhas soltas) e ervas aromáticas frescas	0,20
	Hortaliças Frutos com folhas em bainha	0,05
	Hortaliças Frutos da família Cucurbitaceae	0,05

Hortalças de fruto, distintas da família Curcubitácea	0,05
Cogumelos (exceto os do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus)	0,05
Hortalças leguminosas	0,10
Legumes (sementes secas das legumiosas) exceto soja	0,10
Cogumelos do gênero Agaricus, Pleurotus e Lentinula ou Lentinus	0,20
Raízes e tubérculos	0,10
Hastes jovens e pecíolos	0,10
Frutas frescas, excluídas as de bagos e pequenas	0,05
Frutas frescas de bagos e pequenas	0,05
Chá, erva mate, e outros vegetais para infusão	0,4
Café torrado em grãos e pó	0,10
Café solúvel em pó ou granulado	0,20
Gelos comestíveis	0,05
Sorvetes de água saborizados	0,01
Sorvetes de leite ou creme	0,05
Sorvetes a base de frutas	0,05
Leite fluído e produtos lácteos sem adição, sem diluir nem concentrar	0,05
Creme de leite	0,20
Leite condensado e doce de leite	0,1
Queijos	0,5
Sal para consumo humano	0,5
Carnes de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral, derivados crus, congelados ou refrigerados, embutidos e empanados crus	0,05
Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves de curral	0,50
Rins de bovinos, ovinos, suínos, caprinos	1,00
Peixes crus, congelados ou refrigerados	0,05; Com as seguintes exceções: bonito, carapeba, enguia, tainha, jurel, imperador, cavala, sardinha, atum e linguado se estabelece 0,10 Para melva se estabelece 0,20 e para anchova e peixe espada se estabelece 0,30
Moluscos cefalópodos	2,00

MERCURIO	Moluscos bivalvos	2,00
	Crustáceos	0,50
	Peixes, exceto predadores	0,50
	Peixes predadores	1,00
	Moluscos cefalópodos	0,50
	Moluscos bivalvos	0,50
ESTANHO	Crustáceos	0,50
	Bebidas enlatadas (incluídos os sucos de frutas e sucos de verduras)	150
	Alimentos enlatados, exceto bebidas	250

7. BIBLIOGRAFIA

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8989-1-0%5D.PDF>>. Acesso em: 25 julho 2018.

ABRAN, Associação Brasileira de Nutrologia. Disponível em < <http://abran.org.br/para-publico/tabelas/>>. Acesso em 2 agosto. 2018.

BARROS, B. de C. V. Pereira, S.de F. P. Palheta, D. da C.Silva, C. da S. determinação de cd , cr e al em tecido de peixes provenientes do rio gelado / apa , floresta de carajás- pa cd , cr and al determination in fish tissue from, Holos Environment, 2010, Volume 10, p. 195-208

LIMA, Daniel Pandilha de SANTOS, LIMA, D. P. de, SANTOS, C., SILVA, R. de S., YOSHIOKA, E. T. O., & BEZERRA, R. M. (2015). Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. Acta Amazonica, número 45, volume 4, páginas 405–414.

BAIRD, Colin . Química ambiental. Porto Alegre:Bookman,2002.

TEXEIRA NETO, F.Correia MITD. Desnutrição, nutrição Clínica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.p. 159-163.

YAMAMOTO, Fernando Yugo, Microminerais (Cu, Fe, Mn, Se e Zn) na nutrição de peixes, uma revisão bibliográfica, 2011.

VIARO, Renata Schneider, Viaro, Maurício Schneider, Fleck, Juliana Ciên. Importância Bioquímica Do Selênio Para O Organismo Humano Biol. e da Saúde,Santa Maria, VOLUME 2, páginas 17-21, 2001.

QUINTAES, K.D.Utensílios para alimentos e implicações nutricionais. Revista Nutricao, 2000, número 13, volume 30, páginas 151-156, 2000.

MAFRA, Denise. Cozzolino, Sílvia Maria Franciscato. Importância do zinco na nutrição humana The importance of zinc in human nutrition. Revista Nutrição., Campinas,número 17,volume 1:páginas 79-87, 2004.

PREMAOR, Melissa Orlandin, Brondani, Juliana Ebling. Nutrição e saúde óssea: a importância do cálcio, fósforo, magnésio e proteínas. Revista da AMRIGS, Porto Alegre, volume 3, páginas 253-263, julho-setembro,2016.

KOURY, Correa Josely Donangelo, Carmen Marino Zinco , estresse oxidativo e atividade física. Revista de Nutrição, número 16, volume 4, páginas 433-441, 2003.

RESENDO ,Carla Maria do Carmo, CAMPOS Rogério Manoel Lemes de. Benefícios da carne suína na saúde do consumidor Saúde, consumidor, suínos, carne, qualidade, produção. Universidade Federal do Vale do São Francisco –Revista NutriTime, volume 12, Nº 06, novembro-dezembro de 2015.

SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH, Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

HARRIS, DANIEL C., Análise Química Quantitativa, 6ª Edição, LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro-RJ, 2005.

SANTOS, Alejandro, GREGÓRIO Maria João, SOUSA Sofia Mendes de, MARTINS Carolina Anjo Sara, BICA Margarida, GRAÇA Pedro A IMPORTÂNCIA DO POTÁSSIO E DA ALIMENTAÇÃO NA REGULAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável A importância do potássio e da alimentação na regulação da pressão arterial, Lisboa, 2015.

WHITNEY, Ellie, ROLFES Sharon Rady. Nutrição, entendendo os nutrientes, 10ª edição. Cengage, 2013, São Paulo.

SAVAZZI, Eduardo Angelino. Determinação da presença de Bário, Chumbo e Crômio em amostras de água subterrânea coletadas no Aquífero Bauru. Dissertação (Mestrado

em Toxicologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 2008, São Paulo.

ROCHA, Eduardo Angelino. “Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?” Monografia– Curso de Ciências da Nutrição e Alimentação, Universidade do Porto, 2008, Porto, Portugal.

AMANCIO, Olga Maria Silverio, Cobre, 2ª Edição, ILSI Brasil, São Paulo, 2017.

BORGES, Renato Marçullo. Determinação de Sn em leite humano por espectrometria de absorção atômica no forno de grafite. Dissertação (Mestrado em Química)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CAETANO, Marcelo Leonel . Atividade de complexos de vanádio como hipoglicemiantes no tratamento do diabetes mellitus tipo 2. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA, Assis, São Paulo, 2012.

LUZ, Erika Patrícia Chagas Gomes. Desenvolvimento de Materiais Híbridos à Base de Celulose Bacteriana e/ou Hidroxiapatita dopados com Estrôncio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Ceará para obtenção do título de mestre em Engenharia Química, Fortaleza, Ceará, 2016

LEHNINGER, A. L. Princípios de bioquímica. São Paulo: Savier, 1985.

ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária, 2002

PESQUISAR SALGADO, P. E. T. Toxicologia dos metais. In: OGA, S. Fundamentos de toxicologia. São Paulo, 1996. cap. 3.2, p. 154-172.

LIMA, Verônica Ferreira, MERÇON Fábio. Metais Pesados no Ensino de Química, Química Nova na Escola, vol. 33, Nº 4, p. 199 a 205, nov. 2011.

Souza, Larissa Cyale Morais de, Rigor mortis de acari-bodó, *Liposarcus pardalis* (Castelnau, 1855), conservado em gelo, procedente dos mercados locais da cidade de Manaus/ AM, XIII Jornada de Iniciação Científica do PIBICICNPq/FAPEAM/INPA • Manaus-AM, 2004.

VOGEL, Análise Química Quantitativa, 6ª Edição, LTC Editora, Rio de Janeiro-RJ, 2002.

BRAGA, Bettio Guilherme. A química das terras raras e suas potencialidades. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais, 2014.

BARAN, Enrique J. Suplementação de elementos-traços. Cadernos temáticos de química nova na escola, nº 6 – págs. 7-12, julho 2005.

KIRA, Silvia, MAIHARA Vera Akiko. Determinação de elementos essenciais maiores e traço em queijos por espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio induzido após digestão parcial. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, nº 27, volume 3: 446-450, jul.-set. 2007.

YUYAMA Lucia K.O, AGUIAR Jaime P.L; FÁVARO, Déborah I.T.; YUYAMA Kaoru; ; MACEDO; Sonja H.M.; AFONSO Claudia; VASCONCELLOS Marina B.A. Determinação de elementos essenciais e não essenciais em palmito de pupunheira. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 17, n. 2, p. 91-95, julho, 1999.

Nutrição no Esporte. Cadernos de referência de esporte, volume 8 Brasília: Fundação Vale, UNESCO, 2013.

Bonfim, Aline Copque Fialho, Avaliação de metais e fitorremediação de solos adjacentes à rodovia Washington Luiz no Rio de Janeiro. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, Adriana de Mello. PREVALÊNCIA, FATORES ASSOCIADOS E BARREIRAS AO CONSUMO DE PEIXES E FRUTOS DO MAR EM ESCOLARES

DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS – SC. Dissertação(mestrado) , departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC,2012.

Silva, Edevaldo. Distribuição de elementos essenciais e não essenciais em tecidos de diversas espécies de peixes da baía de todos os santos. Tese(doutorado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2012.

Souza, Liliane de Lima Gurgel, Ictiofauna do semi-árido potiguar, Nordeste do Brasil: Composição, riqueza e ecologia reprodutiva de espécies endêmicas. São Carlos, São Paulo, Universidade Federal de São Carlos, 2010.