



CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM PEIXES DE DIFERENTES NÍVEIS TRÓFICOS, OCORRENTES NO RIO DAS ANTAS, RS – BRASIL

Fernanda Marcon Angheben¹
Vânia Elisabete Schneider²
Kétini Baccin³, Matheus Poletto⁴

RESUMO

O lançamento de metais pesados no meio aquático causa uma série de problemas para este ambiente. Por isso, o objetivo desse estudo foi verificar o nível de contaminação pelos metais chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn) no tecido muscular em espécies de diferentes níveis tróficos (*Astyanax sp.*, *Rhandia quelem*, e *Loricariichthys anus*), nativos do Rio das Antas, comparando aos limites máximos de ingestão permitido pela legislação brasileira. Para as análises, os espécimes foram obtidos através da pesca em um ponto a montante do Reservatório da UHE Monte Claro, localizada no Rio das Antas – RS, BR. As análises de metais foram realizadas por meio de sistema digestão em micro-ondas e as leituras por ICP-OES (espectrometria de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente). Os resultados das análises de tecido muscular dos peixes em estudo estão expressos em tabelas. Foi constatado que o metal Cr apresentou valores acima do limite permitido pela legislação brasileira, em todas as amostras. Enquanto Cu, Ni estão abaixo e para duas amostras de Zn os teores estavam acima do limite. Além disso, encontrou-se diferença significativa de acumulação do metais nos diferentes níveis tróficos, em relação aos metais Cu, Cr e Zn. No entanto, para que possa ser possível afirmar essa relação, outros estudos devem ser realizados visando explicar a dinâmica de interação desses metais nessa região, fazendo uso de uma amostragem maior e mais abrangente.

Palavras-chave: Níveis tróficos. Metais. Peixes.

¹ Bióloga, mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais. Universidade de Caxias do Sul, RS – BR. E-mail: fmarcon1@ucs.br

² Universidade de Caxias do Sul, RS. E-mail: veschne@ucs.br

³ Universidade de Caxias do Sul, RS, E-mail: ketinibaccin@hotmail.com

⁴ Universidade de Caxias do Sul, RS. E-mail: matheus.poletto@hotmail.com

CONCENTRATION OF METALS IN FISH OF DIFFERENT TROPHIC LEVELS, OCCURRING IN RIO DAS ANTAS, RS - BRAZIL.

ABSTRACT

The release of heavy metals into the aquatic environment causes a number of problems for this environment. The objective of this study was to analyze the concentration of lead (Pb), copper (Cu), chromium (Cr), mercury (Hg), nickel (Ni) and zinc (Zn) in species of different trophic levels *Astyanax sp.*, *Rhandia quelem*, *Loricariichthys anus*, native to the Antas Rivers, in relation to the maximum limits allowed by Brazilian legislation. For the analyzes, the specimens were obtained through fishing at a point upstream of the Monte Claro HPP Reservoir, in Rio das Antas. Methyl analyzes were performed by ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry). The results of the muscular tissue analyzes of fish of different trophic levels are expressed in tables, for later application of the statistical tests. It was verified that the Cr metal presented values above the limit allowed by Brazilian legislation, in all samples. While Cu, Ni are below and for two samples of Zn the contents were above the limit. In addition, a significant difference was found in the accumulation of metals at the different trophic levels, in relation to Cu, Cr and Zn metals. However, in order to be able to affirm this relation, other studies must be carried out to explain the interaction dynamics of these metals in this region, making use of a larger and more extensive sampling.

Keywords: Eating habits. Fishes. Metals.

1 INTRODUÇÃO

Os peixes, pertencentes ao sub-filo Vertebrata, são os mais diversificados e numerosos (ZHANG, 2013), com um número que varia de 28.000 a 30.000 espécies conhecidas (FROSE; PAULY, 2007) e pelos menos 13.000 espécies exclusivas de ambientes aquáticos dulcícolas (AGOSTINHO et al., 2010). Sendo que a manutenção do equilíbrio populacional deste grupo está relacionada a existência da grande variedade de alimentos, pois o ambiente aquático é o mais produtivo (PESSOA et al., 2013).

A qualidade dos peixes está ligada a diversos fatores, como parasitose, alterações na biota e contaminação por metais pesados, por isso os mesmos são

considerados indicadores destes contaminantes em diferentes níveis tróficos (ROCHA, 2011). Os metais ocorrem naturalmente na natureza, porém as atividades antrópicas têm contribuído para o aumento de suas concentrações em ecossistemas aquáticos, tornando-os biodisponíveis e por não serem biodegradáveis acumulam-se em componentes ambientais, como solo, água, animais, onde manifestam sua toxicidade (VOIGT; SILVA; CAMPOS; 2016).

O acúmulo de metais pode ser influenciado tanto pelo tipo de metal, quanto pela espécie de peixe e podem se acumular em diferentes tipos de órgãos como fígado e brânquias do animal, e também no músculo que é a parte mais consumida pelos seres humanos (DORNELLES, 2016). Afetando assim, a saúde humana através do seu consumo.

Os riscos à saúde devido à ingestão do pescado contaminado chegam a ser até quarenta vezes mais elevados do que a ingestão de água contaminada, isto porque os organismos aquáticos são capazes de absorver mais contaminantes do que as concentrações detectadas no ambiente (BARROS et al., 2010).

Os contaminantes podem afetar a saúde humana de duas maneiras, produzindo efeitos agudos como dores de cabeça, náuseas, dificuldades respiratórias, dentre outras, ou crônicos, ocasionando perda de peso, depressão, vários tipos de câncer e até mutagenicidade (CARMO; ABESSA; NETO, 2011). Porém, alguns metais, como cobre e zinco exercem funções benéficas à saúde humana em quantidades necessárias, e outros como chumbo, cromo, mercúrio são prejudiciais, porém dependendo de suas concentrações, todos os metais tornam-se tóxicos (SOUZA et al., 2009). Já o níquel possui benefícios comprovados em plantas, pois sua falta ocasiona necrose foliar, porém nos seres humanos e em outros animais, seu papel fisiológico não é bem estabelecido (NABINGER, 2017). No caso dos peixes de água doce, a intoxicação por tais elementos provoca uma série de distúrbios como baixa fertilidade, redução da imunidade e da taxa de crescimento e doenças que podem levar a morte do indivíduo (LIMA, 2013).

Os peixes são considerados agentes de transferência de metais pesados da água e do sedimento para os seres humanos. No Brasil, a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC No - 42, de 29 de agosto de 2013 (BRASIL, 2013) determina os limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos visando a proteção da saúde da população consumidora (Tabela 1).

Porém, essa resolução não aborda limites máximos para cobre, cromo, níquel e zinco. Mas o Decreto Nº 55.871, de 26 de março de 1965 (BRASIL, 1965), determina esses limites, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Limites máximos de tolerância estabelecidos para contaminantes inorgânicos, segundo ANVISA.

Contaminante	Categoria	Resolução/Decreto	Limites em mg/kg
Cobre	Qualquer alimento	Decreto nº 5.871/65	30,00
	Bebidas (alcoólicas, refrigerantes)		10,00
Chumbo	Peixes crus, congelados ou refrigerados	Resolução RDC nº 42/2013	0,30
Cromo	Qualquer alimento	Decreto nº 5.871/65	0,10
Mercúrio	Peixes não predadores	Resolução RDC nº 42/2013	0,50
Mercúrio	Peixes predadores	Resolução RDC nº 42/2013	1,00
Níquel	Bebidas (alcoólicas, refrigerantes)	Decreto nº 5.871/65	0,1
	Produtos hidrogenados		4,0
	Outros alimentos		5,0
Zinco	Bebidas (alcoólicas, refrigerantes)	Decreto nº 5.871/65	5,00
	Sucos de frutas		25,00
	Outros alimentos		50,00

Fonte: Decreto nº 5.871/65, Brasil; RDC nº 42/2013, Brasil. Adaptado pelo autor.

Desta forma, o presente trabalho buscou quantificar a concentração de chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco no tecido muscular de peixes, comparando os resultados com a legislação brasileira que dispõe o limite máximo da ingestão de metais tóxicos permitidos e tendo em vista a expansão desse ramo de pesquisa em todo território brasileiro, visando à proteção da saúde da população consumidora destas espécies.

2 METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

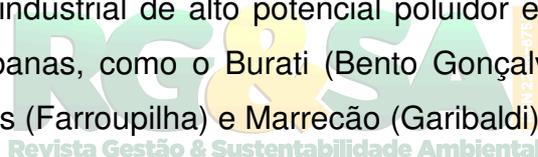
A bacia hidrográfica do sistema Taquari-Antas está situada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, e abrange uma área de 26.428 km², o que equivale a 9% do território estadual, nos quais 98 municípios estão inseridos total ou

parcialmente. Tem seu limite ao norte com a bacia do rio Pelotas, a oeste e ao sul com a bacia do rio Jacuí e a leste com as bacias dos rios Caí e Sinos (FEPAM, 2019).

Devido à sua amplitude, a bacia hidrográfica Taquari-Antas possui características físicas e antrópicas diferenciadas: áreas com alto índice de industrialização, com predomínio de produção primária e zonas intensamente urbanizadas (FEPAM, 2019).

O trecho nomeado como Rio das Antas está situado inicialmente em uma região de baixa densidade populacional, na qual as atividades básicas são a pecuária e a agricultura. No entanto, conta com polos industriais altamente desenvolvidos, como nos municípios de Caxias do Sul, Farroupilha, Bento Gonçalves e Garibaldi, que concentram em torno de 57% dos estabelecimentos industriais (LARENTIS, 2004).

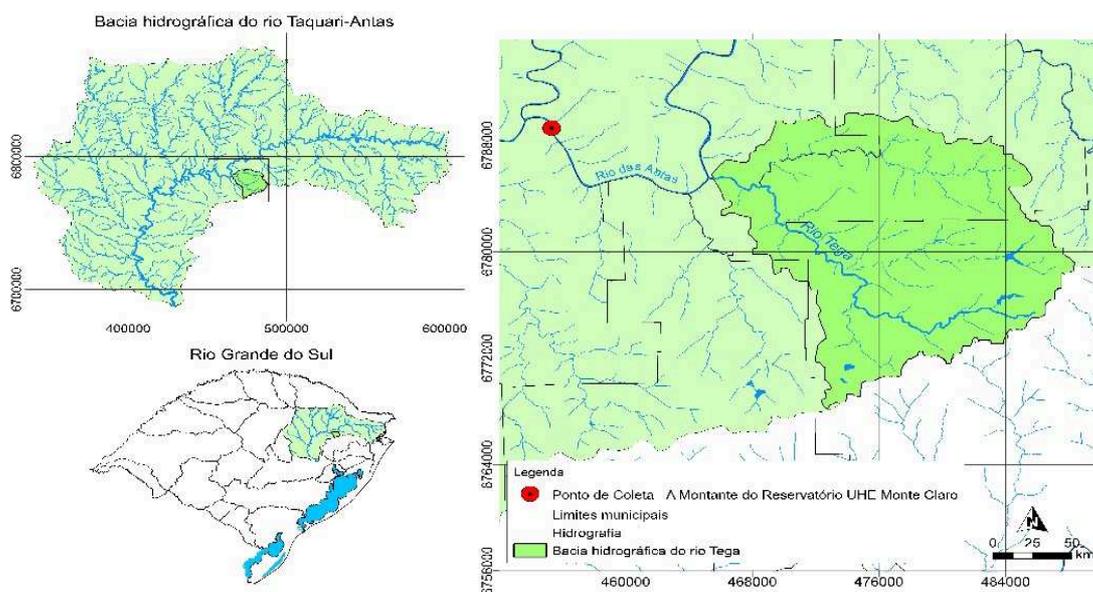
As águas da bacia Taquari-Antas são usadas, em geral, para o abastecimento público e industrial, irrigação, produção de energia e aquicultura (DRH-SEMA, 2002). No entanto, a qualidade das águas são afetadas principalmente por alguns de seus formadores, como os rios Forqueta, Guaporé, Carreiro e Prata (ou Turvo), que percorrem uma zona industrial de alto potencial poluidor e por arroios que drenam importantes áreas urbanas, como o Burati (Bento Gonçalves e Farroupilha), Tega (Caxias do Sul), Biazus (Farroupilha) e Marrecão (Garibaldi) (LORENTIS, 2008).



2.2. Área de coleta

As amostras de peixes provenientes do Rio das Antas foram coletadas a jusante da casa de máquina da UHE Castro Alves e a montante da barragem Monte Claro, em 2017, após a foz do Rio Tega, conforme Figura 1.

Figura 1. Mapa da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas e o ponto de coleta de amostras.



Fonte: ISAM - Instituto de Saneamento Ambiental - UCS, 2018. Elaborado por: Geise Macedo dos Santos.

2.3. Coleta das amostras

Para a coleta dos peixes no Rio das Antas, foram utilizadas redes como equipamento de captura, instaladas ao entardecer, utilizando barco movido a motor de popa, permanecendo no local por aproximadamente 12 h. As redes de espera utilizadas possuem malha de 1,5 cm entre nós adjacentes, 10 m de comprimento e 2,40 m de altura.

Os peixes capturados para o presente trabalho foram acondicionados em caixa térmica com gelo. As amostras de lambaris, jundiás e cascudos, foram levadas ao Laboratório de Biologia do CARVI - BG, onde foram pesadas em balança semi-analítica, feita a medida do comprimento e mantidas refrigeradas até o processamento. Para a identificação das espécies foi utilizado como referência o trabalho de Agostinho et al., (2010).

2.4. Preparo das amostras

O músculo axial é utilizado como alimento pelo homem, por esta razão é necessário verificar se os níveis de poluentes estão aceitáveis para consumo humano em conformidade com os recomendados pela legislação brasileira (ROCHA, 2011).

Para a quantificar o nível do teor de metais nos peixes, foi retirado cerca de 2 g de tecido muscular, sem pele da região dorsal entre a nadadeira dorsal e caudal de cada espécime, com o auxílio de um bisturi com lâmina de aço inoxidável, como descrito por Lima et al., (2015). A amostra foi seca em estufa a 60 °C, por um período de 24 h, até peso constante, e triturada em um microprocessador, conforme adaptação do método de Carvalho et al., (2000).

As amostras de tecido muscular foram processadas através de uma digestão ácida, onde foi utilizada 0,3 g da amostra seca, juntamente com uma mistura de 6 mL de ácido nítrico (HNO₃) e 2 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), baseada no método EPA Método 3052-B rev.02/ SMEWW Método 3120B, e aquecida em microondas. As soluções finais foram então filtradas e avolumadas para 50 mL com água Milli-Q para a quantificação dos metais.

Para evitar contaminações, toda a vidraria utilizada foi previamente lavada com solução de Extran Neutro 10% (v/v), e enxaguada com água destilada e com água Milli-Q. Em seguida, foi descontaminada em banho ácido de HNO₃ 10% (v/v), permanecendo submersa durante 24 h e, enxaguada com água Milli-Q, secas em estufa a 60 °C e, posteriormente, mantidas em local fechado. Em cada trituração, o microprocessador foi lavado com solução de ácido nítrico a 10% (v/v) e em seguida com água Milli-Q para evitar contaminação cruzada entre as amostras, conforme o método citado acima.

2.5. Determinação dos metais

A quantificação dos metais foi realizada por ICP-OES (Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado), pelo Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais – LAPAM, da Universidade de Caxias do Sul. A qualidade dos resultados analíticos foi acompanhada com o uso de um branco analítico, em seguida realizada a leitura do padrão de controle e das amostras.

2.6. Análise estatística

Os teores dos metais chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco foram estimados em mg/Kg nas amostras de tecido muscular das espécies de peixes avaliadas. Os níveis tróficos foram caracterizados como topo (1), meio (2) e fundo (3), sendo representados pelas espécies ***Astyanax sp***, ***Rhamdia quelem*** e ***Loricariichtys anus***, respectivamente. Para verificar se os teores de metais nos

espécimes estudados, apresentavam valores acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente, foi utilizado a estatística descritiva e o intervalo de confiança.

Para a comparação de acumulação dos metais nos diferentes níveis tróficos, utilizou-se o teste não paramétrico para amostras independentes, Kruskal-Wallis. Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro-Wilk. Todas as análises estatísticas foram processadas no software IBM SPSS Statistics 23.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração dos metais presentes nas amostras foi calculada a partir de curvas de calibração específica para cada elemento. Os limites mínimos de detecção para cada elemento foram Pb(mg/kg), Cu (mg/kg), Cr (mg/kg), Hg (mg/kg), Ni (mg/kg) e Zn (mg/kg). Os metais cobre e níquel não apresentaram valores acima do limite máximo de permitido pela legislação brasileira, visto dessa forma, não apresentam danos à saúde.

Os metais mercúrio e chumbo apresentaram valores abaixo do limite de detecção, portanto não foram expressos nas tabelas. Isto é um fator de grande importância, já que o local de coleta é a jusante da foz do Rio Tega e a maior parte dos efluentes deste rio são provenientes da intensa atividade metalúrgica da cidade de Caxias do Sul, causando reflexos no Rio das Antas (CORNELI et al., 2016).

Já metal zinco encontra-se com concentração elevada em dois exemplares de lambaris. Isto pode ocorrer pois esta região as atividades básicas são pecuária e agricultura, e nesta, há a aplicação de fertilizantes que são levados até os rios pela água das chuvas.

Um estudo na região pesqueira de Umuarama – Paraná, realizada por Souza e equipe no ano de 2009, também apontou níveis elevados de zinco em amostras de lambaris, principalmente na musculatura que é a parte comestível do peixe. Mesmo sendo um elemento essencial nos processos biológicos que dão suporte a vida (como: cofator de enzimas, transcrição de genes, entre outros), torna-se tóxico em concentrações elevadas ocasionando alguns danos à saúde, de fisionomia empalidecida a anemia (LIMA, 2013).

E o metal com maior concentração encontrado em todos os exemplares foi o cromo, sendo possível relacionar esses resultados com as atividades industriais

provenientes da região em torno do Rio Tega, sugerindo que seus efluentes não estejam sendo tratados de forma correta. Este elemento químico é considerado perigoso para a saúde humana, levando a doenças como o câncer (OLIVEIRA, DEBATIN, VENTURELLI, 2017).

Os resultados da análise química dos metais estudados e detectados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Apresentação dos valores obtidos de metal, para cada amostra estudada. Os limites máximos permitidos pela legislação brasileira estão expressos abaixo da identificação do metal, entre parenteses.

Gênero	Amostra	Nível Trófico	Cobre (30,00mg/kg)	Cromo (0,10mg/kg)	Níquel (5,0mg/kg)	Zinco (50,00 mg/kg)
<i>Astyanax sp.</i>	L1	1	2,21±0,39	1,18±0,19	1,49±0,98	47,795±4,19
	L2	1	1,99±0,5	1,07±0,25	0,99±0,15	71,5±0,51
	L3	1	1,63±0,47	1,29±0,4	1,46±0,07	50,79±4,17
	L4	1	1,34±0,1	1,18±0,45	1,62±0,41	40,19±5,95
	L5	1	1,41±0,03	0,92±0,05	0,73±0,27	56,08±3,38
<i>Rhamdia quelem</i>	J1	2	1,24±0,1	0,66±0,23	1,17±0,17	35,59±2,31
	J2	2	0,91±0,04	0,85±0,04	1,19±0	32,2±0,25
	J3	2	1,32±0,42	0,70±0,27	0,99±0,48	28,56±3,15
	J4	2	0,88±0,05	0,84±0,32	1,54±0,25	31,59±2,78
	J5	2	1,12±0,36	0,73±0,44	0,75±0,42	26,83±7,55
<i>Loricariichthys anus</i>	C1	3	2,64±0,8	2,17±0,29	2,84±0,81	40,4±2,54
	C2	3	1,37±0,25	1,69±0,53	1,52±1,06	24,99±4,84
	C3	3	1,62±0,77	1,21±0,47	0,9±0,39	24,32±0,09
	C4	3	2,01±0,74	0,65±0,17	0,69±0,14	42,83±2,18
	C5	3	4,11±2,11	2,2±0,37	2,21±0,36	56,63±7,28

Através da análise estatística foi possível identificar diferença significativa de acumulação dos metais Cu, Cr e Zn nos diferentes níveis tróficos. Sendo que para Cu, a acumulação no meio difere entre o topo e o fundo, com relação ao Cr o fundo apresenta diferença de acumulação entre o topo e o meio. Para o elemento Zn, a diferença ocorre no topo, em relação ao meio e ao fundo. A acumulação do metal Ni não diferiu significativamente entre os níveis tróficos (Tabela 3).

Tabela 3. Nesta tabela está expresso a estatística descritiva dos dados e a significância de acumulação encontrada para os níveis tróficos.

Metais Pesados	Nível Trófico												Sig.
	Topo				Meio				Fundo				
	Min	Média	Máx	DP	Min	Média	Máx	DP	Min	Média	Máx	DP	
Cobre	1,41	1,88	2,22	0,35	0,88	1,10	1,32	0,19	1,37	2,65	5,60	1,71	0,009
Cromo	0,93	1,13	1,30	0,14	0,67	0,76	0,85	0,08	0,65	1,59	2,20	0,66	0,042
Níquel	0,73	1,26	1,63	0,38	1,00	1,28	1,54	0,24	0,69	1,95	4,41	1,50	0,867
Zinco	39,98	50,15	59,39	9,14	28,56	32,91	37,07	3,22	24,26	35,57	51,48	11,46	0,032

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS



De acordo com os resultados, o metal cromo foi o único metal estudado que apresentou níveis acima do limite máximo permitido pela legislação brasileira, para todas as amostras estudadas. Esta situação, pode estar relacionada com a contaminação por efluentes de indústrias que fazem uso desse metal em processos internos, e estão situadas na região de estudo.

O metal zinco mostrou-se presente em concentrações elevadas nos exemplares de lambaris (*Astyanax sp.*), isto pode estar associado ao uso de insumos agrícolas, que possuem na sua formulação esse elemento, e também ao fato da bacia de captação de água da área de estudo, estar situada em uma região com extensas áreas de produção agrícola.

Nas amostras foram encontrados níveis de cobre e níquel abaixo do limite estabelecido pela legislação, porém a detecção desses metais nas amostras de peixes, sugere que o ambiente aquático está sofrendo alterações em relação a disponibilidade desses elementos aos organismos. Todavia, para mercúrio e chumbo, os níveis encontrados estão abaixo do limite de detecção de leitura do equipamento, por isso não foram expressos nas tabelas.

Para afirmar essas teorias, se faz necessário outros estudos que buscam esclarecer a dinâmica de interação desses elementos nessa região, fazendo uso de outras matrizes, como, organismos da cadeia trófica, com os quais possa ser testada a bioacumulação dos metais, além de água e sedimento, para avaliar a biodisponibilidade dos elementos no ambiente aquático, bem como a análise de efluentes industriais e lixiviação do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro necessário a execução deste projeto, através dos editais 1/2017 e 03/2018, respectivamente.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, K. D. G. da L.; LATINI, J. D.; ABUJANRA, F.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. **A Ictiofauna do Rio das Antas: Distribuição e Bionomia das Espécies**. Maringá (PR): Ed. Clichetec, 2010. 132p.

BARROS, B. C. V.; PEREIRA, S. F. P.; PALHETA, D. C.; SILVA, C. S. **Determinação de Cd, Cr, e Al em tecido de peixes provenientes do Rio Gelado/APA, Floresta de Carajás-PA**. HOLOS Environment, v.10, nº 2, 2010. p. 196.

BRASIL. Decreto nº. 55871 de 26 de março de 1965. Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 09 abr. 1965. Acessado em abril de 2018.

BRASIL. Resolução - RDC n. 42 de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 168, p. 33, 30 ago. 2013. Seção 1. Acessado em abril de 2018.

CARMO, C. A.; ABESSA, D. M. S.; NETO, J. G. M. **Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente – SP, Brasil**. O Mundo da Saúde, São Paulo. 35(1). p. 64-70. 2011.

CARVALHO, C. E. V.; FARIA, V. V.; CAVALCANTE, M. P. P.; GOMES, M. P. & REZENDE, C. E. **Heavy Metal Distribution in Benthic Coast Fish from Macaé Region.** RJ., Brazil. *Ecotoxicology and Environmental Restoration*, v. 3, n. 2, p. 64-68, 2000.

CORNELLI, R.; SCHNEIDER, V. E.; BORTOLINI, T. A.; CEMIN, G.; SANTOS, G. M. dos. **Análise da Influência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água de Duas Sub-Bacias Hidrográficas do Município de Caxias do Sul.** *Scientia Cum Industria (SCI. CUM IND.)*, vol. 4, nº.1, p. 1-14, 2016.

DRH/SEMA. 2002. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul.** Secretaria Estadual de Meio Ambiente, RS. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>. Acesso em: 12 fev 2019.

DORNELLES, F. N. **Avaliação de cobre e zinco em água, sedimento e peixes do Rio Apucarantina na região da Terra Indígena Apucarana (Tamarana, PR).** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina, 2016.

FEPAM - Qualidade Ambiental: região hidrográfica do Guaíba. **Disponível (Online):** <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/taquariantas.asp>. Acessado em março de 2019.

INSTITUTO DE SANEAMENTO AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL - ISAM. (2017). **Mapa.** Elaborado por Geise Macedo dos Santos. Caxias do Sul, 2017.

LARENTIS, D. L.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. **Simulação da qualidade de água em grandes bacias: Rio Taquari-Antas, RS.** *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 3, p. 05-22, 2008.

LORENTIS, D.G. 2004 Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias: sistema Taquari-Antas-RS. **Dissertação de Mestrado.** Porto Alegre-RS. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 159p.

LIMA, D. P. de. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil.** 2013. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical. Amapá. 2013.

LIMA, D. P. de, SANTOS, C., SILVA, R. de S., YOSHIOKA, E. T. O., BEZERRA, R. M. **Contaminação por metais pesados em peixes e água da Bacia do Rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil.** *Acta Amazonica*. Vol. 45(4): 405-411. 2015.

NABINGER, D. D. **Exposição aguda e subcrônica ao níquel em peixe-zebra**

(*Danio rerio*): avaliação de parâmetros morfológicos e comportamentais. 2017. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul - RS, Programa em Biologia Celular e Molecular. 2017.

OLIVEIRA, D. V.; DEBATIN, E. L.; VENTURELLI, R. B. **Análise dos parâmetros de cromo e hidrazina do Rio Itajaí Mirim da cidade de Brusque (SC) e seus efeitos na saúde pelo consumo indireto dessas águas.** Ries, Caçador (SC). v. 6, nº 1, p. 117-123, 2017.

PESSOA, E. K. R.; SILVA, N. B.; CHELLAPPA, N. T.; ARAUJO, A.; CHELLAPPA, S. **Morfologia comparativa do trato digestório dos peixes *Hoplias malabaricus* e *Hypostomus pusalum* do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil.** Biota Amazônia, v.3, p. 48-57, 2013.

ROCHA, B. C. P. **Relações entre acúmulo de metais em tecido muscular de peixes com diferentes hábitos alimentares coletados na Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande, Estado de São Paulo, Brasil.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Programa de Pós-Graduação em Química, Campus de São José do Rio Preto, São Paulo, 2011.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. DRH – Departamento de Recursos Hídricos. <http://www.sema.rs.gov.br/bacia-hidrografica-taquari-antas>. Acesso em março de 2019.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

SMEWW: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (2017), 23rd Edition

SOUZA, G. R.; GARCEZ, M. A. P.; SANTOS, V. C. G.; SILVA, D. B.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Quantificação de metais pesados em peixes de um pesqueiro localizado na cidade de Umuarama - Pr. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar**, Umuarama, v. 12, n. 1, p. 61-66, jan./jun. 2009.

VOIGT, C. L.; SILVA, C. P. da.; CAMPOS, S. X. de. **Avaliação da bioacumulação de metais em *Cyprinus carpio* pela interação com o sedimento e água de reservatório.** Química Nova, vol. 39, n. 2, p.180-188, 2016.

ZHANG, Z.-Q. **Animal biodiversity: an update of classification and diversity in 2013.** Zootaxa 3703, p. 5 - 11, 2013.