



ARTIGO DE REVISÃO

PERFIL DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS E PEIXES POR METAIS PESADOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A SAÚDE HUMANA

AUTORES: MARIA KAPEPA MWALIKENGA^{1A}; FERNANDO ANTÔNIO CHAVES VITAL²

¹Discente do curso de Biomedicina pelo Centro Universitário UniFacisa, Paraíba, Brasil.

²Docente do curso de Biomedicina pelo Centro Universitário UniFacisa, Paraíba, Brasil.

RESUMO

Pode haver contaminação crescente da água e dos peixes por conta dos metais pesados que tem origem no descuido da natureza. Essa contaminação não só prejudica o meio ambiente, mas também acaba contaminando o ser humano, que ingere os metais através da alimentação. Como esses metais não são digeridos no organismo humano, isso traz como consequências doenças congênitas, abortos, infertilidade, entre outras doenças. Esse trabalho tem como objetivo levantar as consequências dos metais pesados no ser humano que ingere peixes contaminados, a partir do estudo da contaminação da água e dos peixes. Esse trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, por meio de uma revisão bibliográfica, feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas. O nível elevado dos metais pesados comprovado pelas pesquisas feitas na água e nos peixes que podem acumular metais tóxicos a partir de um ambiente poluído. Observaram que a acumulação de íons metálicos na musculatura corporal e no intestino dos peixes seguiu a ordem: Zn > Fe > Mn > Cu > Pb > Hg > Cd e Fe > Zn > Cu > Pb > Hg > Mn > Cd, respectivamente. Esses metais quando entram no organismo humano atingem os órgãos provocando disfunção nos rins, fígado, cérebro, podendo causar infertilidade, atravessar a placenta e causar anomalias congênitas. Com base nesse resultado podemos concluir que os metais pesados podem se acumular no organismo dos peixes e trazer consequências graves no organismo dos seres vivos através da alimentação.

Palavras-chave: Bioacumulação. Metais pesados. Peixes. Poluentes químico da água.

ABSTRACT

The presence of heavy metals can lead to an increase in fish and water contamination due to the presence of heavy metals that originate in the neglect of nature by human beings. This contamination not only damages the environment, but also ends up contaminating human beings who ingests metals through food consumption. Since these metals cannot be digested in the human body, their presence in the human organism results in congenital diseases like abortions, infertility, among other diseases. Through the study of contamination of water and fish, this research aims at raising the different consequences of heavy metals in human beings who consumes contaminated fish. This work is an exploratory

^AAutor correspondente

Maria kapepa Mwalikenga - E-mail: mkapepa@yahoo.fr – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9642-8906>

DOI: <https://doi.org/10.46675/rbcm.v1i1>. Artigo recebido em: 31 de janeiro de 2020; aceito em 15 de fevereiro de 2020; publicado em 30 de abril de 2020 na Revista Brasileira de Ciências Biomédicas, abril 2020, disponível online em www.rbcm.com.br. Todos os autores contribuíram igualmente com o artigo. Os autores declaram não haver conflito de interesse Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC - BY: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

research, through a review, made from the collection of theoretical references already analysed and of transversal character. The high level of heavy metals proven by research done on water and fish that can accumulate toxic metals from a polluted environment. They observed that the accumulation of metallic ions in the body muscles and in the intestine of fish living in contaminated water followed the following order: Zn > Fe > Mn > Cu > Pb > Hg > Cd and Fe > Zn > Cu > Pb > Hg > Mn > Cd, respectively. These metals, when they enter the human organism and reach the organs, they can cause dysfunction in the kidneys, liver and brain, leading to infertility and if it penetrates into the placenta, it may cause congenital anomalies. Based on these results, we can conclude that heavy metals can accumulate in the body of fish and consequently bring serious problems in the organisms of all living beings that eat food originating from polluted water.

Keywords: Heavy Metals. Fish. Chemical water pollutant.

INTRODUÇÃO

A sobrevivência na Terra necessita de água em quantidade suficiente para todos os seres vivos, porém nem todas as pessoas têm acesso. O crescimento demográfico e uma má política ambiental são uns dos fatores que fazem com que o desperdício aumente a cada ano, ocasionando a diminuição desse recurso em qualidade e em quantidade, o que preocupa o mundo em relação a sobrevivência atual e a continuidade da vida do planeta. A poluição gerada pelas indústrias e as atividades agropecuárias, ademais, podem prejudicar a vida marítima comprometendo a qualidade da água, tornando-a imprópria para o consumo e aumentando sua escassez (CSUROS, 2002b; REBOUÇAS, 2002; UNESCO *et al.*, 2006).

Para lidar com esse problema, muitas cidades do Nordeste brasileiro constroem no meio da cidade reservatórios (açudes) para abastecimento da população, porém, com o tempo, acabam perdendo a sua função inicial por conta do crescimento urbano, levando ao comprometimento da qualidade da água. O que se percebe, nesta realidade, é que os encanamentos das águas da chuva são drenados para os açudes, da mesma maneira acontece com água do esgoto, necessitando-se de maior eficiência na prestação dos serviços de saneamento básico, influenciando a qualidade das águas que, em geral, apresentam-se poluídas (ZAGATTO, 2006).

O termo saneamento básico abrange os serviços de coleta e tratamento de esgoto, abastecimento de água potável, coleta de lixo e limpeza das vias públicas. A mediocridade dos serviços e a falta de um Plano de Saneamento fazem com que as cidades sejam afetadas pela presença de águas poluídas, comparadas ao esgoto a céu aberto. Um dos problemas atrelados a estes cenários está diretamente ligado à saúde da população, visto que, a transmissão de agentes infecciosos através da água pode ocorrer pelo contato com a pele e pela ingestão (MORAIS, 2016).

Nestes açudes, muitas vezes, a criação de peixes está

vulnerável aos poluentes acumulados na água, como, por exemplo, os metais pesados. Os peixes têm a capacidade de absorver metais essenciais e não essenciais a partir da sua alimentação e acumular esses metais nos seus tecidos musculares (PEREIRA *et al.*, 2010; JABEEN *et al.*, 2012; MERT *et al.*, 2014).

A população carente que muitas vezes consome este tipo de alimento, acaba também sendo contaminada por tais poluentes, necessitando de um olhar mais cuidadoso por parte do setor público, sendo necessária uma análise mais precisa sobre todo o mecanismo de contaminação, utilizando-se para tanto uma análise rigorosa da água (BURGER *et al.*, 2002; LIMA *et al.*, 2002; YI, 2012).

A importância de fazer o estudo nessa área é que não só ajuda a medir o risco ecológico e a saúde pública, mas também leva a pensar sobre a educação ambiental que está sendo prejudicada (FLOTEMERSCH *et al.*, 2006).

Metais que tem uma densidade proporcionalmente alta e tóxica inferior à quantidade permitida são considerados “metais pesados”. Eles podem entrar no corpo humano em pequenas quantidades através da comida, água e ar e se acumulam no organismo. Apesar de alguns metais pesados serem micronutrientes essenciais, eles têm seus efeitos tóxicos em organismos vivos via interferência metabólica e mutagênese. Até mesmo os elementos químicos que ajudam na manutenção e no equilíbrio da saúde, quando em excesso, tornam-se nocivos, podendo comprometer gravemente o bem-estar dos organismos. Tais efeitos tóxicos dos metais pesados incluem redução na aptidão, náusea, vômito, interferência na reprodução, podendo levar ao carcinoma e à morte (MORAES, 2002).

Muitas pesquisas direcionadas à preservação do meio ambiente do modo geral e particularmente da água mostram o quanto há aumento do nível de contaminação da água e do solo por metais pesados, assim observa-se que isso prejudica não só a vida marítima, mas também a vida humana que consome produtos contaminados capazes de

provocar doenças graves além de malformações congênitas e problemas neurológicos que isso pode causar no futuro (IGWILO *et al.*, 2006; LANDRIGAN *et al.*, 2007).

Em relação a área de biomedicina, esse tema é importante porque tem a ver com estudo do meio ambiente que é uma das capacidades da área e pode abordar exames de imagem como a tomografia, onde a contaminação e intoxicação por metais pesados afeta a parte neurológica, como foi citado antes. Outra importância é na análise laboratorial, precisamente na parte da imunologia na qual será detectado os metais no sangue do paciente contaminado (BRASIL, 2003).

Sendo assim, esse trabalho foi realizado levantando dados a partir das pesquisas já realizadas sobre as consequências dos metais pesados no ser humano que ingere peixes contaminados, a partir do estudo da contaminação da água e dos peixes.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, de natureza básica, com procedimentos de pesquisa bibliográfica seguindo os preceitos do estudo exploratória que é uma pesquisa que visa, através dos métodos e dos critérios, oferecer informações e orientar a formulação das hipóteses do estudo, por meio de uma revisão, feita a partir do levantamento de referências teóricas e de pesquisas publicadas (PRODANOV, 2013).

Para tanto, foram realizados levantamento bibliográfico em bancos de dados como LILACS, SCIELO, PUBMED. Além de bases de dados, foram utilizadas legislações atuais disponíveis em websites de organizações oficiais como a CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Conselho Regional de Biomedicina, Ministério da Saúde e a Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura).

Os artigos pesquisados foram publicações entre os anos 2002 e 2019. Foram utilizados trabalhos em português e inglês. Os descritores utilizados foram: Bioacumulação, metais pesados; poluentes químicos da água; contaminação de peixes.

RELATO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Foram pesquisados 124 artigos, sendo 39 usados porque traziam informações relacionadas ao tema e ao objetivo da pesquisa e 85 excluídos porque falava por exemplo da contaminação do solo por metais pesados porém não relacionava que esses metais depois das chuvas podia entrar

no rio e contaminá-la da mesma forma, também teve artigo que falava das contaminação da água porém não relacionava com a contaminação dos seres marítimos.

A noção de que a água é um bem esgotável e que a vida na terra depende dela, tem que fazer com que as pessoas tenham consciência em relação ao consumo da mesma para evitar escassez (REBOUÇAS, 2002). Porque mesmo com a tentativa de fazer reservatório como no caso do nordeste brasileiro, a água acaba sendo contaminada por conta dos esgotos que são despejados dentro e o crescimento da cidade também contribui no comprometimento da qualidade da água, piorando cada vez mais a situação da população e do planeta (CSUROS, 2002b; REBOUÇAS, 2002; UNESCO *et al.*, 2006). Sendo assim, é possível verificar que não são todos os países que conseguem ter água potável, em certas regiões mesmo com açudes ou poços, há racionamento por dias ou meses, isso deve alertar a sociedade em relação a economia do bem maior da terra que é a água, porque sem ela não tem vida.

Hoje em dia os açudes são considerados esgotos a céu aberto por conta dos despejos que vem das cidades e localidades vizinhas. Esses poluentes contêm elementos orgânicos e provavelmente metais pesados que impactam consideravelmente no meio ambiente e no equilíbrio do ecossistema, contaminando diretamente ou indiretamente a água superficial e do lençol freático, provocando consequências adversas nos seres humanos, como doenças neurológicas e câncer (MORAES, 2002). A sociedade reclama da poluição, porém, isso é o dever de todos, se cada um fizer a sua parte, haveria um equilíbrio no ecossistema e diminuiria consideravelmente a poluição na Terra. A Terra precisa da contribuição de cada um para se manter em equilíbrio.

Os metais pesados são chamados também “elementos traço”, eles são encontrados em pequena quantidade na natureza e no organismo humano. Esses metais são classificados em dois grupos, essenciais e não essenciais. Os metais essenciais são aqueles que fazem bem à saúde de modo geral quando é usado em pequena quantidade, porém se ultrapassar a quantidade, tornam-se prejudiciais à saúde humana e da natureza (MARTINS *et al.*, 2010). Os metais não essenciais são aqueles que se acumulam no organismo, seja humano ou dos animais, provocando efeito tóxico. Entre esses metais temos prata, mercúrio, bário, arsênio, cobre, ouro, cádmio, zinco, níquel, manganês, cromo, cobalto, chumbo entre outros (CSUROS, 2002a).

Esses metais quando entram no organismo humano, atingem os órgãos provocando disfunção nos rins, fígado, cérebro, podendo causar infertilidade, atravessar a placenta

e causar anomalias congênitas (QUEIROZ, 2006). Diferente dos compostos orgânicos tóxicos, os metais pesados não são degradáveis e quando se encontram no organismo humano, acabam se acumulando (OGA, 2012).

De acordo com os dados de pesquisa de Machado e Prata Filho (1999), “estima-se que mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano, no mundo inteiro, devido às enfermidades relacionadas com resíduos urbanos”. Os resíduos domésticos e industriais sem destino adequado acabam sendo levados pela água da chuva, virando os principais poluentes de recursos hídricos (PHILIPPI, 2005). A taxa da mortalidade é cada vez maior e uma das causas é o resultado de tudo que comemos. O fato de a sociedade estar poluída influencia diretamente na qualidade da nossa vida e da nossa saúde, uma água potável sem nenhuma poluição evitaria a contaminação dos animais marinhos e o ambiente em que o ser humano está inserido.

Assim, para poder fazer uma análise sobre a qualidade da água potável, precisa seguir a resolução nº 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e os parâmetros de potabilidade determinados pela portaria do Ministério da Saúde PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017 (BRASIL, 2017). Onde são utilizados testes espectrofotométricos, microbiológicos, físico-químicos, analíticos e outros, conforme técnicas preconizadas (EATON *et al.*, 2005).

Os resultados encontrados durante a análise da concentração dos metais pesados na água dependem de muitos fatores como o clima, a estação e o nível da água. A existência das indústrias no local não interfere muito quando os restos dos resíduos são bem despejados.

[...] Os metais pesados prejudicam a saúde humana pois podem provocar stress oxidativo celular (Cd, Cr, Pb e As), lesões neurológicas (Pb e Hg), lesões ao nível do DNA (As, Cr e Cb), alterações no metabolismo da glicose (As) ou do cálcio (Cd e Pb), e também podem interferir com alguns elementos essenciais (Cd e Hg). Segundo alguns estudos epidemiológicos acerca da exposição ambiental e ocupacional aos metais, esta pode estar relacionada com o aparecimento de várias doenças a nível do sistema pulmonar, imunológico, neurológico, renal, endócrino, cardiovascular e reprodutor; um dos fatores mais importantes na retenção de um metal no organismo é a sua semivida biológica, entendendo-se por esta o tempo que o organismo demora a excretar metade da quantidade tóxica acumulada, dependendo do órgão/tecido ao qual o metal se associou. A exposição sistemática a estes compostos potenciais processos de inflamação crónica que consequentemente induzem o stress oxidativo e carcinogénese (LEITE, 2015).

Os peixes são mais consumidos no mundo por eles possuírem maior valor proteico. Quando a água está contaminada mesmo em pequena quantidade, acaba contaminando os peixes. Com a contaminação dos peixes, os seres humanos que utilizam os mesmos para a sua alimentação acabam se contaminando por metais pesados através da cadeia alimentar (BURGER *et al.*, 2002; LIMA *et al.*, 2002; YI, 2012).

A concentração dos metais pesados no organismo dos peixes pode ser mais elevada do que na água, isso acontece pela absorção através da pele e das escamas, pela via respiratória, através das brânquias e tegumento e pela alimentação do sedimento que tem a maior concentração em metais. O acúmulo dos metais pesados no organismo dos peixes depende do seu tipo, sua alimentação, do tamanho, peso e comprimento (BJERREGAARD, 2007).

Uma vez que os metais pesados se instalam no organismo dos peixes, eles se acumulam nos órgãos, nos músculos e nos ossos, esse acúmulo pode trazer como consequências nos peixes diminuição de crescimento, problemas nos rins, no fígado e na reprodução (VITEK *et al.*, 2007). As consequências da contaminação da água refletem se na saúde dos peixes dos rios que acabam sendo contaminados e acumulando os produtos tóxicos.

Segundo Marrugo - Negrete *et al.* (2008), a concentração dos metais nos músculos dos peixes depende da estação em que foi pescado, quanto mais chuvas, menor a concentração dos metais no organismo dos peixes e vice versa, por isso que os resultados da concentração dos metais pesados no organismo dos peixes diferem a cada cidade, com o mesmo metal a concentração pode ser maior em uma cidade e ser menor em outra.

Exemplo da pesquisa feita no rio Piracicaba, onde fizeram uma análise comparativa de acúmulo dos metais na água e em espécimes dos peixes. Os resultados da concentração em metais do rio Piracicaba foram maiores comparado com os dos outros rios, como a do rio Caiapó (GO), (TELES *et al.*, 2008), onde detectaram concentração bem menor do que a do rio Piracicaba. Da mesma forma aconteceu também com os rios da Pampulha (MG) (VEADO *et al.*, 2007) e Paraíba do sul (COUTO *et al.*, 2005), onde todos tiveram resultados menores do que a do rio Piracicaba.

Esse nível elevado dos metais pesados no organismo dos peixes é preocupante, pois, futuramente pode ter efeitos nocivos no organismo do ser humano que consome esse tipo de peixe (SOUZA, 2016).

A pesquisa feita em Londrina (PR), no Lago Igapó sobre a qualidade da água e dos peixes comprovaram que são contaminados por chumbo, também teve outras pesquisas

na Bacia do Ribeirão Cambé, onde se localiza o Lago Igapó e foi confirmado a presença de produtos tóxicos (BISINOTTI, 2004; ISHIKAWA *et al.*, 2009; TORREZANI, 2013), depois do resultado foi realizada uma entrevista com os pescadores onde 70% confirmaram que consumiam os peixes desse lago (MANGILI, 2013). Segundo também a avaliação de Maruyama (2007) no rio Tietê (São Paulo, Brasil), onde analisou os aspectos estruturais, socioeconômicos e de produção pesqueira, comprovou que 90% das famílias dos pescadores locais tem como fonte proteica o peixe “com um consumo médio diário variando de 128g per capita/dia”.

Considerando o nível elevado dos metais pesados comprovado pelas pesquisas feitas na água e nos peixes, onde segundo Ayandiran *et al.* (2016), “descreveram que *Clarias gariepinus* pode acumular metais tóxicos a partir de um ambiente poluído. Observaram que a acumulação de íons metálicos na musculatura corporal e no intestino dos peixes seguiu a ordem: Zn > Fe > Mn > Cu > Pb > Hg > Cd e Fe > Zn > Cu > Pb > Hg > Mn > Cd, respectivamente”. Podemos concluir que os metais pesados podem se acumular no organismo dos peixes e trazer consequências graves através da alimentação. No quadro 1 podemos observar a associação do metal com o desenvolvimento de patologias e órgãos que são afetados pelos mesmos.

O íon bromato (BrO₃⁻) é considerado como carcinogênico, porém a sua presença na água é ajudar na ozonização no tratamento da água (QUINONES *et al.*, 2007). “Na ozonização, o agente desinfetante é o gás ozônio (O₃) que origina bromatos pela oxidação dos íons brometo (Br⁻) presentes de forma natural nas águas a serem tratadas” (GONÇALVES *et al.*, 2004).

O consumo de peixes contaminados pelo chumbo afeta os órgãos e sistemas e traz como consequências a diminuição do coeficiente intelectual (QI) e cognitiva, ele age no sistema nervoso, sistema renal e se acumula na medula óssea, pode causar parto prematuro ou a criança nascer com baixo peso, em adultos como crianças podem desenvolver encefalopatia crônica ou aguda (Stewart *et al.*, 2002), o chumbo afeta também os espermatozoides, diminuindo a sua densidade, motilidade, viabilidade e aumenta a morfologia da cabeça do espermatozoide (TELISMAN *et al.*, 2000 *apud* QUEIROZ, 2006).

O zinco, como é um metal essencial, o consumo dentro do limite não vai trazer nenhum malefício a saúde, porém o uso contínuo pode levar às consequências desagradáveis, como problemas pulmonares, supressão da resposta imune, diminuição da lipoproteína de alta densidade (HDL) e à redução das concentrações de cobre no plasma (JEN, 2010).

Como o Zinco, o manganês também é um metal essencial

a saúde, porém seu consumo em grande quantidade pode trazer malefício como deficiência intelectual nas crianças, e mortalidade infantil, pode trazer também doença de Parkinson (CSUROS, 2002a; HAFEMAN *et al.*, 2007; FINKELSTEINS *et al.*, 2008; STEPENS *et al.*, 2008).

Estudos comprovaram que o consumo por um longo tempo de arsênio pode levar aos abortos, natimortos ou prematuros e crianças abaixo do peso, além da anormalidade metabólica e diminuição de crescimento. Alguns estudos também mostraram que o Arsênio pode provocar no organismo das pessoas mutações oncogênicas que pode afetar algumas enzimas que faz a replicação e reparo do DNA (OGA, 2012).

O mercúrio afeta os microtúbulos dos neurônios em feto, caso a quantidade ingerida for maior, isso pode levar ao nascimento de bebê com baixo peso, aborto ou pode nascer morto. Em outros casos pode ocorrer também problemas neurológicos, cardiovascular e criança nasce com pressão sanguínea aumentada (OGA, 2012). “No Mal de Minamata, foram evidenciados transtornos na mastigação, deglutição, fala, marcha, coordenação motora e presença de movimentos involuntários. Essas alterações eram sempre bilaterais” (GONÇALVES *et al.*, 1999; ASSOCIAÇÃO DE COMBATE AOS POLUENTES, 2006 *apud* BUENO *et al.*, 2011; EKINO, 2007 *apud* CANO, 2014). Além disso pode afetar também os espermatozoides diminuindo a motilidade, a falta de maturação e alongamento do mesmo, pode causar também lesão obstrutiva do epidídimo superior (QUEIROZ, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as pesquisas feitas por outros autores, podemos constatar o nível elevado de contaminações por metais pesados nas águas e nos peixes analisados. Em algumas análises foram encontrados resultados dos metais pesados na água e nos peixes acima do limite de tolerância pelo Ministério da Saúde e da CONAMA. Esses resultados mostraram o quanto a saúde dos peixes está sendo prejudicadas.

Os dados mostraram que os metais pesados são acumulados nos músculos, fígados, brônquias, testículos e ossos dos peixes. Para os seres humanos que consomem esses peixes, há acúmulo nos órgãos e sistema correndo risco de desenvolver várias doenças. Algumas famílias que mesmo sabendo do nível de contaminação, continuam comendo esses peixes por falta de opção de recurso proteico e também chegam a vender para complementar a renda familiar, contaminando outras pessoas.

Quadro 1 - Consequências dos metais pesados no organismo humano e os órgãos onde se depositam.

METAIS	ÓRGÃO	CONSEQUÊNCIAS
BROMO	Células, cérebro, tireoide	Câncer, distúrbios de memória, tremores, hipotireoidismo
CHUMBO	Células, cérebro, rins, sistema reprodutor e ósseo	Diminuição de QI, déficit de atenção, baixo peso ao nascer ou prematuro, danos renais, dores nos ossos, aumento da morfologia da cabeça dos espermatozoides.
ZINCO	Pulmão e sistema imunológico, células	Imune e pulmonar, crescimento do tumor
MANGANES	Sistema nervoso	Deficiência intelectual, mortalidade infantil, doença de Parkinson
ARSENIO	Sistema, órgãos	Nervoso, câncer, mortalidade infantil, afeta o DNA, respiratório, cardiovascular, imunológico, reprodutivo, gastrointestinal
MERCURIO	Sistema e órgãos	Nervoso, colapso cardiovascular, espermatozoide, danos gastrointestinais severos, falha renal
CADMIO	Sistema e órgãos	Necrose ovariana e dos testículos, danos no fígado, gastrointestinal, disfunção dos rins, doenças nos ossos, câncer, doença pulmonar
CROMO	Sistemas reprodutor, urinário, nervoso e imunológico, pulmão, coração, estomago e intestino.	Câncer de pulmão e da bexiga, mortalidade infantil, afeta as enzimas da replicação e reparo do DNA, cardiovascular, inibição dos espermatozoides, atrofia dos testículos, gastrointestinal

Fonte: Próprio autor, 2019.

Para se estudar os riscos que determinada população pode estar correndo, faz-se necessidade pesquisas aprofundadas sobre a contaminação do meio ambiente e da população, a fim de se ter uma ideia sobre o nível do estrago causado pela poluição. É importante informar as autoridades responsáveis em relação aos lixos domésticos e industriais, esgotos e outras fontes de poluição para que possam tomar as medidas cabíveis, evitando assim que esses lixos cheguem aos rios sem tratamento adequado.

Precisa de uma conscientização também da parte da população para que não joguem os lixos nos rios porque as consequências quando afetar o meio ambiente, vai atingir elas também por meio de consumo de peixes contaminados. Para a população supostamente contaminadas por metais pesados, precisam de um acompanhamento de saúde para prevenir e diminuir os efeitos a longo prazo causado pelo consumo dos peixes contaminados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYANDIRAN, T. A.; DAHUNSI, S. O. Toxicological

assessment of fish (*Clarias gariepinus*) from bitumen-polluted River Oluwa, Nigeria. **Springer**, [s. l.], p.1-18, jan. 2016.

BISINOTI, M. C.; YABE, M. J.; GIMENEZ, S. M. N. Avaliação da influência de metais pesados no sistema aquático da bacia hidrográfica da cidade de Londrina-PR. **Revista Analytica**, Santa Catarina, v.8, p.22-17, 2004.

BJERREGAARD, P.; ANDERSEN, O. Ecotoxicology of metals – sources, transport, and effects in the ecosystem. In: NORDBERG, G. F. et al. (Ed.). **Handbook on the toxicology of metals**. 3. ed. California: Elsevier, p.251-280, 2007.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Biomedicina**. Governo Federal, 2003.

BRASIL. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 29 DE SETEMBRO DE 2017 Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. **Ministério da Saúde**, 2017.

BUENO, P. C. et al. Exposição humana a mercúrio: subsídios para o fortalecimento das ações de vigilância em saúde. **Caderno Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.19, n.4, p.443-447, 2011.

- BURGER, J. et al. Metal levels in fish from the Savannah river: potential hazards to fish and other receptors. **Environmental Research**, [s. l.], p.85-97, 2002.
- CANO, T. M. Efeitos deletérios e teratogênicos da exposição ao mercúrio - Revisão da literatura. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, Brasília, v.3, n.3, 2014.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº357, Classificação Dos Corpos de água e Diretrizes Ambientais. **Ministério do Meio Ambiente**. 2005. Disponível em: [HTTP://www.mma.gov.br/conama/res/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/conama/res/res35705.pdf). Acesso em: 23 mai. 2019.
- COUTO, G. R. M. et al. Concentração de metais pesados na ictiofauna atingida pelo acidente da cataguazes de papeis: resultados preliminares. **VII Congresso de Ecologia do Brasil**, caxambu, v.1, p.380-384, 2005.
- CSUROS, M.; CSUROS, S. Introduction to Metals. In: **Environmental Sampling and Analysis for Metals**. Boca Raton: CRC, p. 413, press, 2002 a.
- CSUROS, M.; CSUROS, S. Introduction to Metals. In: **Environmental Sampling and Analysis for Metals**. Boca Raton: CRC Press, cap. 1, p.1-12, 2002 b.
- EATON, A. D. et al. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater: Centennial Edition (Standard Methods for Examination of Water and Wastewater). Washington, **American Public Health Association**, 2005.
- FINKELSTEIN, Y. et al. Differential deposition of manganese in the rat brain following subchronic exposure to manganese: a T1- weighted magnetic Resonance imaging Study. Israel, **The Israel Medical Association journal**, 2008.
- FLOTEMERSCH, J. E. Concepts and Approaches for the Bioassessment of Non-wadeable Streams and Rivers. Ohio, **USEPA**, 2006.
- GONÇALVES, M. E. P. et al. Validação do método de determinação simultânea dos íons brometo e bromato por cromatografia iônica em águas de consumo humano. São Paulo, **Química Nova**, v.27, n.3, p.503-507, 2004.
- HAFEMAN, D. et al. Association between manganese exposure through drinking water and infant mortality in Bangladesh. [s. l.]. **Environmental Health Perspectives**, v.115, n. 7, p. 1107-1112, 2007.
- IGWILO, I. O. et al. Toxicological Study of the Anam River in Otuocha, Anambra State, Nigeria. Washington, **Archives of Environmental & Occupational Health**, v.61, n.5, p.205-208, 2006.
- ISHIKAWA, D.N. et al. Avaliação do risco ambiental em sedimento dos lagos do Riacho Cambé, em Londrina, pela distribuição de metais. São Paulo, **Química Nova**, v.32, n.7, p.1744-1749, 2009.
- JABEEN, G.; Javed, M.; Azmat, H. Assessment of heavy metals in the fish collected from the river Ravi, Pakistan. [s. l.], **Pakistan Veterinary Journal**, p. 107-111, 2012.
- JEN, M.; YAN, A.C. Syndromes associated with nutritional deficiency and excess. California, **Elsevier**, v.28, n.6, p.669-685, 2010.
- LANDRIGAN, P. J. et al. Principles for prevention of the toxic effects of metals. In: NORDBERG, G. F. et al. (Ed.). **Handbook on the toxicology of metals**. Cap. 16, p.319-337, 3.ed. California: Elsevier, cap. 16, p.319-337, 2007.
- LEITE, A.; SILVA, R.; CUNHA, E. Aplicação de um caso prático de doenças profissionais: relevância médico-legal metais pesados e carcinogênese. Porto, **Arquivos de Medicina**, v.29, n.4, p.93-97, 2015.
- LIMA Jr, R.G.S et al. 2002. Evaluation of heavy metals in fish of the Sepetiba and Ilha Grande bays. Rio de Janeiro, **Environmental Research**, p.171-179, 2002.
- MANGILI, F.B. **Calibração do modelo de decaimento da DBO 5,20 associado à qualidade da água do Lago Igapó I em Londrina/PR**. 2013. 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.
- MARRUGO-NEGRETE, J.; BENITEZ, L. N.; OLIVERO-VERBEL, J. Distribution of Mercury in several environmental compartments in an aquatic ecosystem impacted by gold mining in Northern Colombia. [s. l.], **Archives of environmental contamination and toxicology**, v.55, p.305-316, 2008.
- MARTINS, C. A. S. et al. **A DINÂMICA DE METAIS-TRAÇO NO SOLO**. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2072>. Acesso em: mai. 2016.
- MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P. M.; PAIVA, P. Structural and socioeconomic aspects of the artisanal fishery in the Middle and Low Tietê River, São Paulo. São Paulo, **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 1, p. 61 – 81, 2018.
- MELLO, S. C. A.; FRUCHTENGARTEN, L. Riscos químicos ambientais à saúde da criança. Rio de Janeiro, **J. Pediatria**, v.81, n.5, p.205-S211, 2005.
- MERT, R.; Alas, A.; Bulut, S.; Özcan, M.M. Determination of heavy metal contents in some fresh water Fishes. [s. l.], **Environmental Monitoring and Assessment**, p.8017–8022, 2014.
- MORAES, D. S. de L; JORDÃO B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. São Paulo, **Revista Saúde Pública**. v.36, n.3, 2002.
- MORAIS, L. M. M. **Avaliação da qualidade das águas do Açude Velho em Campina Grande/PB**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina

Grande, 2016.

MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. [s. l.] **Universitas: Ciências da Saúde**, v. 4, n. 1/2, p. 83-100, 2006.

OGA, S.; CAMARGO, Márcia M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamento de Toxicologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

PEREIRA, P; Pablo, H.; Pacheco, M. Vale The relevance of temporal and organ specific factors on metals accumulation and biochemical effects in feral fish (*Liza aurata*) under a moderate contamination scenario. [s. l.], **Ecotoxicology and Environmental Safety**, p.805-816, 2010.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de Abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. (ed.) **Saneamento, Saúde e Ambiente**. São Paulo: Manole, 2005.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª. ed. Novo Hamburgo: **Universidade Freevale**, 2013.

QUEIROZ, E. K.; WAISSMANN, W. Occupational exposure and effects on the male reproductive system. São Paulo, **Cadernos de Saúde Pública**, 2006.

QUINONES, O. et al. Perchlorate assessment of the Nakdong and Yeongsan watersheds, Republic of Korea. Pensacola, **Environ. Toxicol. Chem**, v.26, n.7, p.1349-1354, 2007.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2.ed. São Paulo: Escritores Editora, cap.1, p.01-37, 2002.

SOUZA, V. **Avaliação da contaminação do solo por metais tóxicos (cádmio, cromo, chumbo e alumínio) em estandes de tiro no estado do Paraná/Brasil**. 2016. Monografia (Doutorado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 23 set. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/1202>>. Acesso em: mai. 2019.

STEPENS, A. et al. Parkinsonian syndrome in methcathinone users and the role of manganese. [s. l.], **The New England and Journal of medicine**, v. 358, n. 10, p. 1009-1017, 2008.

TELES, L. T. et al. Elementos traço em peixes de interesse comercial do rio caiapó (Goiás, Brasil) em área sob impacto ambiental. Goiás, **Estudos**, v.35, n 11\12, p.1055-1067, 2008.

TORREZANI, N. C. et al. Contaminação por elementos traço na Bacia do Ribeirão Cambé, localizado no centro urbano do município de Londrina-PR. Bonito/MS,

Congresso Brasileiro de Limnologia, 2013.

UNESCO .Water Development Report 2 – Water, A Shared Responsibility. Paris: **UNESCO**, 2006. p.116.

VEADO, M. A. R. et al. Metalspollutants in fish tissues Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Pampulha lake, Belo Horizonte, **Jornal of Radio analytical and Nuclear chemistry**, v. 272, n. 3, p. 511-514, 2007.

VITEK, T. et al. Heavy metal contamination of the Loucka River water ecosystem. Brno, **Acta Vet**, cap.76, p.149-154, 2007.

YI, Y.; ZANG, S. Heavy metal (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn) concentrations in seven fish species in relation to fish size and location along the Yangtze river. [s. l.], **Environmental Science and Pollution Research**, cap. 19, p.3989-3996, 2012.

ZAGOTTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática – Princípios e Aplicações**. Rima Editora, São Carlos, SP, 2006, 478p.