

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME IX



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

9ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

9ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238C Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2022

162 f.: il

DOI: 10.37423/2022.edcl608

ISBN: 978-65-5367-221-5

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrônoma 4. engenharia-de-pesca I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 630

<https://doi.org/10.37423/2022.edcl608>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Capítulo 6



10.37423/221006732

CRIAÇÃO DE TAMBAQUI (COLOSSOMA MACROPOMUM, CUVIER, 1818) EM TANQUES- REDE NO BAIXO RIO CANDEIAS RONDONIA - NÍVEIS DE METAIS PESADOS

Antônio de Almeida Sobrinho

Ricardo Gomes de Araujo Pereira

Luisa Cabral Santos

*Agencia Amazonense de desenvolvimento
Economico Social e Ambiental do Estado do
Amazonas - AADESAM
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria
- EMBRAPA*

Capacitar Consultoria e Soluções LTDA



Resumo: Com o objetivo de avaliar os níveis de metais pesados na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias-RO viabilizou-se a implantação do projeto para criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em tanques-rede. Os usuários da bacia hidrográfica do baixo rio Candeias convivem pacificamente com um grande número de agentes potencialmente impactantes ao meio ambiente e a sua biodiversidade, sendo os mais preocupantes: a agroindústria de curtumes de pele animal; laticínios, com duas unidades; atividade garimpeira de extração de areia, com mais uma dezena de dragas de extração para a construção civil; piscicultura em terra firme e em tanques-rede e despejos de seus efluentes; captação de água para hidrelétrica e devolução de efluentes aquecidos; utilização de água para agricultura de subsistência, para hortaliça doméstica, individual, comunitária e consumo doméstico; dessedentação de animais, balneário público, com duas unidades, dentre outros. Foram realizadas análises de concentração de metal pesado no Laboratório de Biogeoquímica da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, em exemplares da espécie tambaqui cultivados no experimento. Realizou-se as análises biométricas e químicas das amostras. Iniciou-se pela retirada de alíquotas de 500mg de tecido muscular do pescado. A média da concentração de Mercúrio Total, apresentaram teores de 0,018 e 0,004, respectivamente, exemplares de tambaqui que apresentam valores variando de 64 g e 12 cm a 1.168 g e 35 cm e estando abaixo do permissível pela OMS que é de 0,500 (g.g⁻¹). Os exemplares de tambaqui que apresentam peso variando na faixa de 64 g a 1.168 g e de tamanho variando de 12 cm a 35 cm: apresentaram níveis de Cádmio (Cd); Cobre (Cu); Cobalto (Co); Ferro (Fe); Manganês (Mn) e Chumbo (Pb) abaixo do permissível pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que são respectivamente; Cd 0,001; Cu 0,009; Co 0,05; Fe 0,3; Mn 0,1 e Pb 0,01. Entretanto os metais Cromo (Cr); Zinco (Zn) apresentaram níveis acima do permissível pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que são respectivamente Cr 0,05; Zn 0,18.

Palavras-Chaves: Piscicultura; Mercúrio Total; Amazônia

1-INTRODUÇÃO

Em se tratando de aquicultura, as espécies mais produzidas na região Norte são: tambaqui, pirarucu e pirapitinga; EMBRAPA (2017). A qualidade dos peixes está estimada em 28.000 a 30.000 espécies conhecidas, fatores, como parasitose, alterações na biota e contaminação por metais pesados, regulam a quantidade de peixes; em função destes fatores os peixes são considerados indicadores destes contaminantes em diferentes níveis tróficos segundo ROCHA, (2011). Segundo LIMA, (2013) no caso dos peixes de água doce, a intoxicação por metais pesados provoca uma série de distúrbios como baixa fertilidade, redução da imunidade e da taxa de crescimento e doenças que podem levar a morte.

A bacia hidrográfica do estado de Rondônia tem uma significativa contribuição no contexto da Bacia Amazônica e está inserida numa área fluvial com extensão de 1.500 km, com destaque para os rios Madeira, Mamoré, Guaporé e seus principais afluentes, constituindo-se, assim, em uma região possuidora de um excelente manancial hídrico, com grande potencial de recursos naturais aptos para serem explorados racionalmente. Entretanto para empreendimentos de piscicultura em tanques-rede, o licenciamento ambiental é obrigatório junto aos órgãos estaduais do Meio Ambiente, sejam águas estaduais e da união. Dentre os documentos exigidos pela legislação ambiental vigente, deve providenciar: a) Licença Prévia; b) Licença de Instalação; c) Licença de Operação (SANDOVAL JÚNIOR; TROMBETA; MATTOS, 2019).

A poluição química dos corpos d'água, além de comprometer a qualidade da água, parece ter um papel primordial na redução dos recursos pesqueiros. O desenvolvimento de estratégias efetivas e de baixo custo para a avaliação da qualidade ambiental deve ser entendido como um passo essencial para a conservação do meio ambiente e na recuperação de áreas degradadas (BASTOS et al., 2006). SILVA, (2021), observou que variações no ambiente, alimentação e tratamento fornecidos para os peixes analisados, incluindo diferentes espécies, condições ambientais, afetam o acúmulo de metais.

Os usuários da bacia hidrográfica do baixo rio Candeias convivem pacificamente com um grande número de agentes potencialmente impactantes ao meio ambiente e a sua biodiversidade, sendo os mais preocupantes: a agroindústria de curtumes de pele animal; laticínios, com duas unidades; atividade garimpeira de extração de areia, com mais uma dezena de dragas de extração para a construção civil; piscicultura em terra firme e em tanques-rede e despejos de seus efluentes; captação de água para hidrelétrica e devolução de efluentes aquecidos; utilização de água para agricultura de subsistência, para hortaliça doméstica, individual, comunitária e consumo doméstico; balneário público, com duas unidades, dentre outros.

A preservação da qualidade da água doce do Brasil vem se tornando uma das prioridades de organismos governamentais e não-governamentais. Para Dias *et al.* (2018) o projeto de cultivo de peixes em tanques-rede deve contemplar os estudos de viabilidade técnica e econômica e o planejamento estratégico. Com as seguintes informações: a) tipo de produto e preço de comercialização; b) quantidade demandada pelo mercado; c) ciclo de cultivo e escala de produção; d) proximidade com o mercado consumidor; e) capital de investimento e operacional; f) mão de obra qualificada.

Apesar do Brasil usufruir de invejável situação em termos de recursos hídricos 12% a 15% da água doce disponível do planeta — a preservação da água existente tornou-se uma das maiores preocupações ambientais da humanidade e, por isso mesmo, a questão deve ser enfrentada com a máxima seriedade. Tal preocupação aumenta a destruição gradual de mananciais, modificação do curso de rios, sedimentação, destruição da vegetação ciliar; e com a poluição decorrente da contaminação agrícola, industrial e doméstica.

A bacia hidrográfica do estado de Rondônia tem uma significativa contribuição na formação da Bacia Amazônica com destaque para os rios Madeira, Mamoré, Guaporé e seus principais afluentes, constituindo-se, assim, em uma região possuidora de um excelente manancial hídrico, com grande potencial de recursos naturais aptos para serem explorados racionalmente.

A malha hidrográfica de lagos e igarapés perenes que abastecem nossos principais tributários e rios principais corta propriedades rurais, em sua grande maioria perfeitamente ajustáveis à prática racional da aquicultura.

A poluição química dos corpos d'água, além de comprometer a qualidade da água, parece ter um papel primordial na redução dos recursos pesqueiros. O desenvolvimento de estratégias efetivas e de baixo custo para a avaliação da qualidade ambiental deve ser entendido como um passo essencial para a conservação do meio ambiente e na recuperação de áreas degradadas. Neste contexto, o peixe pode ser utilizado como um organismo indicador da qualidade ambiental quanto a metais pesados, e na avaliação de seu potencial como eventual via de acesso destes metais para o homem. (ABDEL-BAKI *et al.*, 2011).

A poluição ambiental decorrentes da atividade extrativa de areia da área em estudo, com impactos imediatos ao meio ambiente, com desdobramentos e seqüelas à biodiversidade e, em especial, com prejuízos à ictiofauna, nos seguintes aspectos: redução da reprodução de animais aquáticos, inclusive as espécies ictíicas de valor comercial, estresse de espécimes da ictiofauna e de exemplares criados

em tanques-rede, mortandade de exemplares de peixes em ambos os sistemas, redução na oferta de alimento (plâncton) para a fauna ictiológica e diminuição da oferta de alimento na mesa da família do pescador que vive na área. O acúmulo de metais, (DORNELLES, 2016), pode ser influenciado principalmente pelo metal e a espécie do peixe consumido podendo 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. Concentrações de Cu, Zn, Cd e Pb nos músculo dos peixes foram avaliadas por LIMA (2013), para as espécies *Plagioscion squamosissimus* e *Poptella compressa*, em que as concentrações foram 1 e 5 vezes maiores que a Concentração Máxima Permitida (CMP). Níveis de Cr e Hg foram encontrados acima da CMP em diversas espécies de peixes, propiciando alta contaminação da biota aquática e riscos para populações ribeirinhas da BRC, da mesma forma ocorrendo na água, pois todos os metais apresentaram níveis muito acima da CMP. Nos peixes, as concentrações dos metais pesados foram maiores no período seco e para água foram maiores no período chuvoso.

Estudos desenvolvidos revelam que os resultados das análises físico, química e planialtimétrica da sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias, levando-se em consideração os resultados quantitativos e qualitativos e os indicadores de sensibilidade da ictiofauna e as ações antrópicas pode-se concluir que são favoráveis à piscicultura em tanques-rede naquela área; ALMEIDA SOBRINHO *et al* (2019).

A pesca praticada na área em estudo, no município de Candeias do Jamari, pode ser enquadrada como artesanal de subsistência, levando-se em consideração os apetrechos de captura, manuseio e conservação de pescado, a bordo e em terra. Segundo VIANA (2013), os entraves na segurança desses trabalhadores são os agentes físicos e ergonômicos que mais se destacam. Dos quais se podem frisar, fadiga muscular, posturas inadequadas, transporte de cargas de peso excessivo, esforço repetitivo, umidade, exposição à radiação solar, riscos de afogamento, dentre outros.

O aproveitamento racional dos recursos hídricos de domínio público da União para uso da aquicultura no Brasil foi possível após a aprovação e regulamentação do Decreto nº.4.895 (Brasil, 2003), que autoriza a exploração da aquicultura em águas de domínio da União, inclusive açudes e reservatórios formados por hidrelétricas, torna-se factível uma política de desenvolvimento da aquicultura, principalmente àquela que se utiliza de tanques-rede e, assim, aproveitar racionalmente o potencial hídrico da região.

Com o objetivo de avaliar os níveis de metais pesados na sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias viabilizou-se a implantação do projeto para criação de tambaqui em tanques-rede.

2-MATERIAL E METODOS

O projeto unidades produtivas comunitárias para criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em tanques-rede foi implantado na cidade de Candeias do Jamari-RO. Os sistemas de piscicultura semi-intensiva e intensiva foram implementados em parceria entre a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A, e Governo do Estado de Rondônia, através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM.

Segundo a classificação de Koppen, o estado de Rondônia apresenta clima tropical chuvoso do tipo Am, que se caracteriza por total pluviométrico anual e moderado período de estiagem. O município de Candeias do Jamari é uma cidade com extensão municipal de 6.843,9 km² e contava com 19.779 habitantes no último censo. A densidade é de 2,9 habitantes por Km². situa-se à 22 km a sul-leste de Porto Velho. Situada a 179 metros de altitude Candeias do Jamari tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 8° 46' 55''Sul longitude 63° 42'9'' Oeste. O clima da região é equatorial quente e úmido, com estiagem no período de junho a setembro e, de outubro a maio, a precipitação pode chegar a 2000 mm/ano. De acordo com dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), as temperaturas médias oscilam entre 24 e 26°C, as médias anuais de umidade relativa do ar oscilam entre 80 e 90%, a insolação é de aproximadamente 1770 h e a evaporação está acima de 750 mm.

A base física de ações do Projeto em Tanques-rede utilizou uma área de 1.200 m² para instalação de cada empreendimento, com dois (2) módulos de tanques-rede -, tendo cada infra-estrutura as seguintes dimensões: 43,5 metros de comprimento x 15,0 metros de largura, compostos com os tanques-rede, com as dimensões de 3,0 metros de comprimento x 3,0 metros de largura x 2,0 metros de altura, num total de 24 unidades e um volume total de 432 m³ e, em paralelo, dois (2) módulos com duas unidades de tanques-rede cada, com as dimensões de 5,0 metros de comprimento x 5,0 metros de largura e 2,0 metros de altura, com um volume total de 200 m³, totalizando 632 m³.

O projeto de criação de peixes em tanques-rede com modelo de tabuleiro de xadrez, na proporção de quatro para um, isto é: 4 unidades de espaço com água "limpa" para uma (1) unidade de tanque-rede. Este sistema possibilita fazer a diluição de gases aos animais aquáticos estocados no tanque-rede, com uma estocagem de até 150 peixes por metro³ de água.

O local foi selecionado para sediar a base física do empreendimento obedecendo aos seguintes critérios: área protegida com vegetação, muito frequente antes de recôncavo ou curvas do rio,

profundidade mínima (período de seca) acima de três metros e evitar a proximidade com dragas de extração de areia, empresa de curtumes de pele de animais, balneário, área de lazer, lavatório coletivo de roupa e ponto de atração turística.

Os tanques-rede têm armações em estrutura metálica, em ferro a fogo, e tela com malha de 2,0 cm, em ferro galvanizado, resistente à ação de predadores, revestido com PVC, de alta resistência ao ataque de carnívoros, como jacaré-açu (*Melanosuchus niger*); lontra (*Lutra paranaensis*), ariranha (*Pteronura brasiliensis*) boto (*Inia geoffroyensis*), peixes e outros predadores. Os módulos de tanques-rede são instalados em pontos estratégicos do rio, ocupando uma área, em conformidade com a legislação ambiental vigente.

Quando na definição e elaboração do projeto técnico e arquitetônico (módulo) que dá sustentação aos tanques-rede, foram previstos impactos indesejáveis, com amônia, nitrogênio, fósforo etc., e então foi estabelecido que para se criar peixes em tanques-rede seriam necessários técnicas que possibilitem fazer a diluição dos dejetos dos próprios peixes e de substâncias (gases e agentes) tóxicos. Para tanto, cada unidade de tanque-rede fica entre quatro espaços com água sem uso “(limpa)”, na proporção de quatro volumes de água limpa para diluir a toxidez de uma unidade e, assim, mitigar os impactos de agentes que causam a toxidez ao meio ambiente e consequente morte de peixes.

Foram realizadas análises químicas de concentração de metal pesado para: mercúrio (Hg); cromo (Cr); cobre (Cu); manganês (Mn); ferro (Fe); zinco (Zn); chumbo (Cb); cádmio (Cd) e cobalto (Co) no Laboratório de Biogeoquímica da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, em exemplares da espécie tambaqui. Realizaram-se as análises biométricas e químicas das amostras. Iniciou-se pela retirada de alíquotas de 500mg de tecido muscular do pescado. A solubilização química das amostras foi realizada utilizando metodologia proposta por Bastos et al; (1998).

3-RESULTADOS

A média da concentração de Mercúrio Total apresentou teores de 0,018 e 0,004, respectivamente, em exemplares de tambaqui apresentam valores variando de 64 g e 12 cm a 1.168 g e 35 cm, estando abaixo do permissível pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 0,500 (g.g⁻¹). O efeito da biomagnificação do mercúrio revelou significância quando se pesquisou a linearidade dos níveis de mercúrio em relação ao peso dos indivíduos. A correlação entre a concentração de mercúrio o peso e o comprimento das amostras de pescado foram para Peso x [Hg] ($r^2 = 0,6756$) e para o Comprimento x [Hg] ($r^2 = 0,9692$).

Os exemplares de tambaqui que apresentam peso variando na faixa de 64 g a 1.168 g e de tamanho variando de 12 cm a 35 cm: apresentaram níveis de Cádmio (Cd); Cobre (Cu); Cobalto (Co); Ferro (Fe); Manganês (Mn) e Chumbo (Pb) abaixo do permissível pela OMS que são respectivamente; Cd 0,001; Cu 0,009; Co 0,05; Fe 0,3; Mn 0,1 e Pb 0,01. Entretanto os metais Cromo (Cr); Zinco (Zn) apresentaram níveis acima do permissível pela OMS que são respectivamente Cr 0,05; Zn 0,18.

Os metais pesquisados como o cobre [Cu], zinco [Zn], ferro [Fe] e cobalto [Co] fazem parte ativamente nos processos de compostos enzimáticos, como doadores de elétrons ao organismo. Os metais não essenciais ao organismo como o mercúrio, o cádmio, o chumbo e arsênio podem ser incorporados muito fácil ao ecossistema e apresentam efeitos tóxicos e danosos aos organismos.

ANÁLISE DO MERCÚRIO TOTAL [HG] (MG.G⁻¹)

Em conformidade com os resultados apresentados na tabela 01, pode-se aferir que os exemplares de tambaqui que apresentam valores variando de 64 g e 12 cm a 1.168 g e 35 cm e apresentam teores de concentração de mercúrio total de 0,018 e 0,004, respectivamente, estão abaixo do permissível pela OMS que é de 0,500 (g.g⁻¹).

Mediante os dados obtidos pôde-se concluir que exemplares de tambaqui que apresentam peso variando na faixa de 64 g a 1.168 g apresentam níveis de Hg (µg.g⁻¹) abaixo do permissível

Existem alguns metais pesados considerados essenciais e outros não essenciais.

Quando o organismo humano se ressurte do sódio, potássio, magnésio, cálcio, zinco, níquel, estanho e vanádio, entre outros, seus sintomas clínicos se tornam visíveis. Os metais pesquisados como o cobre [Cu], zinco [Zn], ferro [Fe] e cobalto [Co] fazem parte ativamente nos processos de compostos enzimáticos, como doadores de elétrons ao organismo. Quando a presença desses metais essenciais ocorre em níveis excessivos tornam-se tóxicos e nocivos. Os metais não essenciais ao organismo como o mercúrio, cádmio, chumbo e arsênio podem ser incorporados muito fácil ao ecossistema e apresentam efeitos tóxicos e danosos aos organismos

Tabela 01 – Análise de Mercúrio [Hg] Total ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

ESPÉCIE TAMBAQUI	MÉDIA ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	D.P	CV (%)	CÓD. CAMPO	BIOMAS SA (g)	COMP. PADRÃO (cm)	LOCAL Tanque rede
CXCN 8840	0,018	0,007	36	PX1	64	12	T.R – 07
CXCN 8841	0,018	0,005	28	PX2	84	13,5	T.R – 07
CXCN 8842	0,009	0,001	7	PX3	610	28	T.R – 05
CXCN 8843	0,013	0,006	46	PX4	660	28	T.R – 05
CXCN 8844	0,006	0,000	2	PX5	994	32	T.R – 06
CXCN 8845	0,011	0,009	77	PX6	1.064	33,5	T.R – 06
CXCN 8846	0,006	0,003	45	PX7	686	29	T.R– 09
CXCN 8847	0,004	0,001	15	PX8	804	30	T.R – 09
CXCN 8848	0,005	0,003	56	PX9	934	33	T.R – 16
CXCN 8849	0,004	0,001	26 0	PX1	1.168	35	T.R – 16

Fonte: Laboratório de Biogeoquímica da Unir.

5.1.3.2 ANÁLISE DE OUTROS METAIS PESADOS

A tabela 02 contém os resultados para os metais pesados analisados, tendo como principais referenciais os valores máximos permissíveis pelo CONAMA, Resolução Nº. 357, de 17 de março de 2005.

De acordo com os resultados, em consonância com dados da Tabela 02, pode-se afirmar que exemplares de tambaqui que apresentavam peso variando na faixa de 64 g a 1.168 g e de tamanho variando de 12 cm a 35 cm apresentaram níveis de [Cd] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *abaixo do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é <0,001 mg/l.Cd. O Apresentaram níveis de [Cu] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *acima do permissível*.

A taxa permissível para o ser humano é de 0,009 mg/l.Cu; (c) apresentam níveis de [Co] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *abaixo do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,05 mg/l.Co; (d) apresentam níveis de [Cr] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *acima do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,05 mg/l.Cr; (e) apresentam

níveis de [Zn] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *acima do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,18 mg/l.Zn; (f) apresentam níveis de [Fe] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *abaixo do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,3 mg/l.Fe; (g) apresentam níveis de [Mn] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *abaixo do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,1 mg/l.Mn; e, (h) apresentam níveis de [Pb] ($\mu\text{g.g}^{-1}$) *abaixo do permissível*. A taxa permissível para o ser humano é de 0,01 mg/l.Pb.

Tabela 02 - Resultados da pesquisa com outros metais pesados

Cadmo Cd	Cobre Cu	Cobalto Co	Cromo Cr	Zinco Zn	Ferro Fe	Manganes Mn	Chumbo[Pb
Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Máximo
0,001	0,009	0,05	0,05	0,18	0,3	0,1	0,01
	D.P 2,530	D.P 2,530	D.P 2,530	D.P 2,530	D.P 2,530	D.P 2,530	D.P 2,530
<0,001	0,845	<0,001	0,244	51,313	2,963	<0,001	<0,001
<0,001	1,803	<0,001	0,141	38,456	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,487	<0,001	0,013	5,286	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,436	<0,001	0,038	5,546	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,476	<0,001	0,116	7,846	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,396	<0,001	0,087	8,697	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,547	<0,001	0,233	5,514	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,647	<0,001	0,196	9,873	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,534	<0,001	0,053	10,233	<0,001	<0,001	<0,001
<0,001	0,506	<0,001	0,205	9,768	<0,001	<0,001	<0,001

Fonte: Laboratório de Biogeoquímica da Unir.

4-CONCLUSÕES

Os níveis de metais pesados encontrados para mercúrio total; Cádmio (Cd); Cobre (Cu); Cobalto (Co); Ferro (Fe); Manganês (Mn) e Chumbo (Pb) foram abaixo do permissível pela OMS, entretanto, os metais Cromo (Cr); Zinco (Zn) apresentaram níveis acima do permissível pela OMS.

5-REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDEL-BAKI, A. S.; DKHIL, M. A.; AL-QURASHY, S. Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 13, p. 2541-2547, 2011.

ALMEIDA SOBRINHO, Antônio de, et al. Engenharia de Pesca: “ Desafios e conflitos da gestão multidisciplinar sobre a aquicultura e a pesca no Brasil. *Anais do XXI Conbep*. ISSN: 2237720-4. 2019. Manaus. Disponível em: http://www.conbep.com.br/images/2019/arquivos/anais_CONBEP_2019.pdf. Acesso em: 15 Abr. 2021.

BASTOS, W.R. et al. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon – Brasil. *Ciência e Cultura. Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*. v.50 (4), p. 255 – 260. 1998.

BASTOS, W.R, et al. Diagnóstico biogeoquímico de metais pesados e compostos orgânicos na Amazônia brasileira: trecho Urucu/Porto Velho. In: *Piatam Oeste. Implantação na Amazônia Ocidental. Anais do I Congresso Internacional Piatam Oeste. Petrobras – Amazônia Ocidental. Porto Velho: Fundação Universidade Federal de Rondônia / Centro de Pesquisas da Petrobras, 2006. 335 p.: il.*

DIAS, M. T. et al.; Boas Práticas para a Produção de Tambaqui em Tanques-Rede: da Implantação à Despesca. *COMUNICADO TÉCNICO nº 152. EMBRAPA, MACAPÁ-AP, 2018. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185740/1/CPAF-AP-2018-COT-152-Boas-praticas-para-producao-de-tambaqui.pdf* Acesso em: 19 Maio 2021.

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.

EMBRAPA. Produção de tilápia no Brasil cresce 223% em dez anos. *EMBRAPA News*. 2017. Acesso em 12/08/2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2016. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/climatologia> >. Acessado em 28.08.2016.

LIMA D. P. de. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do rio cassiporé, Estado do Amapá, Amazônia, Brasil. Dissertação de Mestrado. Macapá. 2013. 147 p.

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.

SANDOVAL JÚNIOR, Paulo.; TROMBETA, Thiago Dias.; MATTOS, Bruno Olivetti. Manual de criação de peixes em tanques-rede. 3.ed. Brasília : Codevasf, 2019. ISBN: 978-85-89503-22-8. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral>

rocha/publicacoes/manuais/manual-de-criacao-de-peixes-em-tanques-rede.pdf. Acesso em: 19 Abr. 2021

SILVA, J. C. da. Segurança alimentar: avaliação do conteúdo de metais pesados presentes nos principais produtos aquícolas produzidos no Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado. Natal. 2021.

VIANA E. C. de A. Riscos Ocupacionais em Atividades Desenvolvidas em Pisciculturas em Tanques-rede. Monografia de especialização. Curitiba 2013. 66 p.