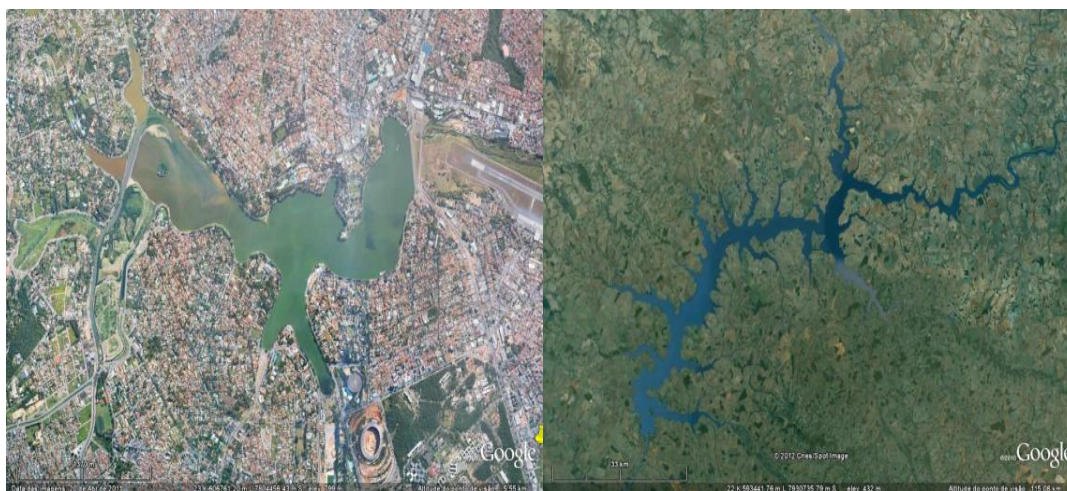




“Ordenamento sustentável da atividade de aquicultura no reservatório de São Simão”

Projeto: TOXICOLOGIA DE PEIXES EM RESERVATÓRIOS E RIOS DE MINAS GERAIS



Coordenador:

Ricardo Motta Pinto-Coelho

Sub-Coordenador:

Luis Alberto Sáenz Isla

Belo Horizonte-MG, 2012



Resumo

A aquicultura no Estado de Minas Gerais e no Brasil todo, tem gerado uma grande interesse por parte do governo Federal e Estadual, fornecendo de verbas importantes para desenvolver pesquisas e Programas de Biomonitoramento Ambiental, visando estabelecer Parques Aquícolas principalmente nos reservatórios criado nas usinas hidroelétricas espalhadas ao longo do estado. Para isso o Ministério da Pesca e Aquicultura tem como objetivo promover que diversas instituições como a EPAMIG, empresas de geração de energia e a UFMG, desenvolvam projetos que monitorem a influência dos Parques Aquícolas na qualidade ambiental desses reservatórios e avaliem seu potencial para desenvolver uma aquicultura moderna, limpa e sustentável. Nesse sentido a UFMG, representada pelo Laboratório de Gestão Ambiental de Reservatórios (LGAR), é responsável pelo estudo desse parque em questão e em parceria com a EPAMIG e também com a EMBRAPA, gerar projetos para monitorar a qualidade ambiental desses cultivos nos reservatórios e medir a capacidade dos referidos Parques Aquícolas. O presente trabalho tenta responder esta iniciativa do governo, fazendo parte da avaliação da qualidade do ecossistema aquático do Reservatório de São Simão (Ordenamento sustentável da atividade de aquicultura no reservatório de São Simão). Determinando a potencialidade do reservatório de São Simão como foco de desenvolvimento da aquicultura em tanques rede na região, comparando a qualidade ecotoxicológica dos peixes ai cultivados e pescados com os coletados de um ambiente de reconhecida contaminação como é a Represa da Pampulha. Os tecidos dos peixes coletados nesses corpos de água, comparados também com os obtidos de um supermercado da capital (Belo Horizonte), foram analisados procurando determinar o teor de metais traço (As, Cd, Pb, Hg, Zn) e agrotóxicos (organofosforados e carbamatos) presentes nas brânquias, fígado e tecido muscular. Como suporte, foram coletados ainda dados limnológicos nesses corpos de água. Os resultados obtidos mostraram que os peixes cultivados no reservatório de São Simão apresentam níveis elevados de Zn e Pb, nas brânquias e no fígado, mas que estes teores são menores que os encontrados nos peixes da Pampulha. No músculo destes peixes não foi achado valores destes metais que ultrapassem os limites da legislação brasileira. Estes valores de Zn e Pb respondem a uma tendência dos peixes a bioacumular metais nos órgão de contato primário e de biotransformação do organismo. Os valores de metais bioacumulados nos peixes coletados na Represa da Pampulha foram excessivamente superiores aos registrados nos peixes coletados no Reservatório de São Simão. Com relação aos teores de inseticidas no músculo dos peixes coletados, foi possível registrar a presença de *Aldicarb* e *Diazinon* nos peixes capturados no reservatório de São Simão, entanto que nos tanques rede foi detectada a presença de *Parathion* e *Diazinon*. Na represa da Pampulha não foi registrada concentrações de inseticidas nos tecidos.



Índice

N	Item	Pg
1	Introdução	4
2	Objetivos	5
3	Metodologia	6
3.1	Locais de Coletas	6
3.2	Processamento das Amostras	15
3.3	Análises das Amostras	18
4	Resultados	19
4.1	Músculo	19
4.2	Fígado	24
4.3	Brânquia	29
4.4	Agrotóxicos	33
5	Discussão	36
6	Conclusões	38
7	Bibliografia	39
8	Equipe	40
9	Contato	40



Introdução

A contaminação dos principais corpos de água no Brasil e no mundo todo, tem gerado incalculáveis perdas econômicas, principalmente à aquicultura em águas continentais. Esta situação esta referida ao ingresso de substâncias tóxicas denominadas de xenobióticos aos reservatórios por diversas descargas desde indústrias, mineração e até das cidades. Os principais xenobióticos que podem ser encontrados nos reservatórios de Minas Gerais, são: metais traços, inseticidas, hidrocarbonetos, agentes químicos industriais, esgotos domésticos, etc. Sendo que os dois primeiros são objeto deste projeto. Estes contaminantes, segundo Walker et al. (1999), ingressam no corpo dos organismos aquáticos por várias vias: ingestão da água para respiração, via alimentação e, ainda, por absorção pela pele. Sendo que as duas primeiras opções são as mais importantes, por essas vias o corpo absorve uma grande quantidade de água e os xenobióticos contidos na mesma.

O primeiro órgão de contacto e de bioacumulação é formado pelas brânquias. Ali, a captura, do oxigênio ocorre através dos filamentos branquiais. Os agentes xenobióticos dissolvidos na água, passam para o corpo por diferença de pressão osmótica. Após o ingresso no corpo através das brânquias, os xenobióticos são transportados pelo sangue aos diferentes órgãos, chegando até o fígado, onde são biotransformados para sua excreção ou passam a ser bioacumulados neste órgão e depois no músculo.

Nesta pesquisa ecotoxicológica, o objetivo principal foi determinar a qualidade ambiental do ecossistema aquático de São Simão, comparando-o com a qualidade ecotoxicológica da Represa da Pampulha, que representa um ambiente reconhecidamente poluído. Paralelamente também foram analisadas amostras de peixes obtidas desde um supermercado da cidade de Belo Horizonte.

A informação necessária foi obtida a partir de peixes coletados do reservatório de São Simão, na represa da Pampulha e um supermercado de Belo Horizonte (Carrefour, Av. Catalão, próximo à UFMG). Foram registrados os dados de bioacumulação de metais traços (Arsênio, Cádmiu, Chumbo, Mercúrio e Zinco) e agrotóxicos (organofosforados e carbamatos) nos principais tecidos, sob o peso seco de cada um deles. Os resultados de concentração destes xenobóticos foram comparados com os limites máximos permissíveis da legislação brasileira e também com a Norma da Comunidade Européia para alimentos de origem hidrobiológico.

Objetivos

- Determinar os níveis de contaminação por metais e agrotóxicos nos peixes do reservatório de São Simão (Goiás e Minas Gerais) comparando-os com os registrados nos peixes da represa da Pampulha (Belo Horizonte, MG), utilizando a legislação brasileira e da Comunidade Européia.
- Comparar os resultados da concentração de metais traça (As, Cd, Pb, Hg, Zn) nos diferentes órgãos (músculo, fígado e brânquias) dos peixes coletados nos corpos de água com os obtidos do comercio da cidade de Belo Horizonte.



3.0 - Metodologia

3.1 Locais das coletas

Coleta de Peixes

O ponto de partida deste projeto foi obter peixes inteiros para dissecar os principais órgãos utilizados tradicionalmente em Ecotoxicologia. A idéia central dessa pesquisa foi a de realizar o processamento inicial no tempo e local o mais próximo possível da coleta. A pesquisa garantiu que todos os peixes foram coletados, medidos e sofreram o processamento inicial a menos de 24 horas da coleta do exemplar vivo.

Peixes – Supermercado

A primeira fonte de peixes foi um Supermercado da cidade de Belo Horizonte, que cumpre com as disposições sanitárias e outras estabelecidas pela legislação da prefeitura da cidade. Os peixes adquiridos deste comércio foram duas (02) tilápias e cinco (05) sardinhas.

Todos os peixes foram adquiridos no supermercado Carrefour, situado à Av. Carlos Luz, região da Pampulha em Belo Horizonte. A nota fiscal da compra destes peixes está em custódia do professor Ricardo M. Pinto-Coelho.

Peixes - Reservatório de São Simão

Posteriormente foram realizadas coletas de peixes nos reservatórios de São Simão de 03 ao 07 de julho (Tab. 01) e na Pampulha no dia 19 de julho, para análises toxicológicas desses peixes. Desde o reservatório de São Simão foram coletados peixes de diversas partes do mesmo, através da pesca e coletando de piscicultura em tanques rede (Fig. 1).

Tab. 1: peixes amostrados em diversos locais ao longo do reservatório de São Simão.

Amostras	Peixes	Local	Origem
SSRB1	Tilápia	Rio dos bois (S.S)	Tanque-rede
SSRB2	Tilápia	Rio dos bois (S.S)	Tanque-rede
SSP1	Tucunaré	São Simão	Pesca
SSP2	Curimba	São Simão	Pesca
SSP3	Traíra	São Simão	Pesca
SSP4	Piau açu	São Simão	Pesca
SSP5	Curvina	São Simão	Pesca
SSP6	Mandi	São Simão	Pesca
SSP7	Piranha	São Simão	Pesca
SSP8	Lambari	São Simão	Pesca
SSP9	Pacu	São Simão	Pesca
SSKP1	Tilápia	Rio Preto (S.S)	Tanque-rede
SSKP2	Tilápia	Rio Preto (S.S)	Tanque-rede
SSPA1	Mandi	Rio Paranaíba	Pesca
SSPA2	Piau 3 pintas	Rio Paranaíba	Pesca
SSPA3	Traíra	Rio Paranaíba	Pesca
SSPA4	Mandi	Rio Paranaíba	Pesca

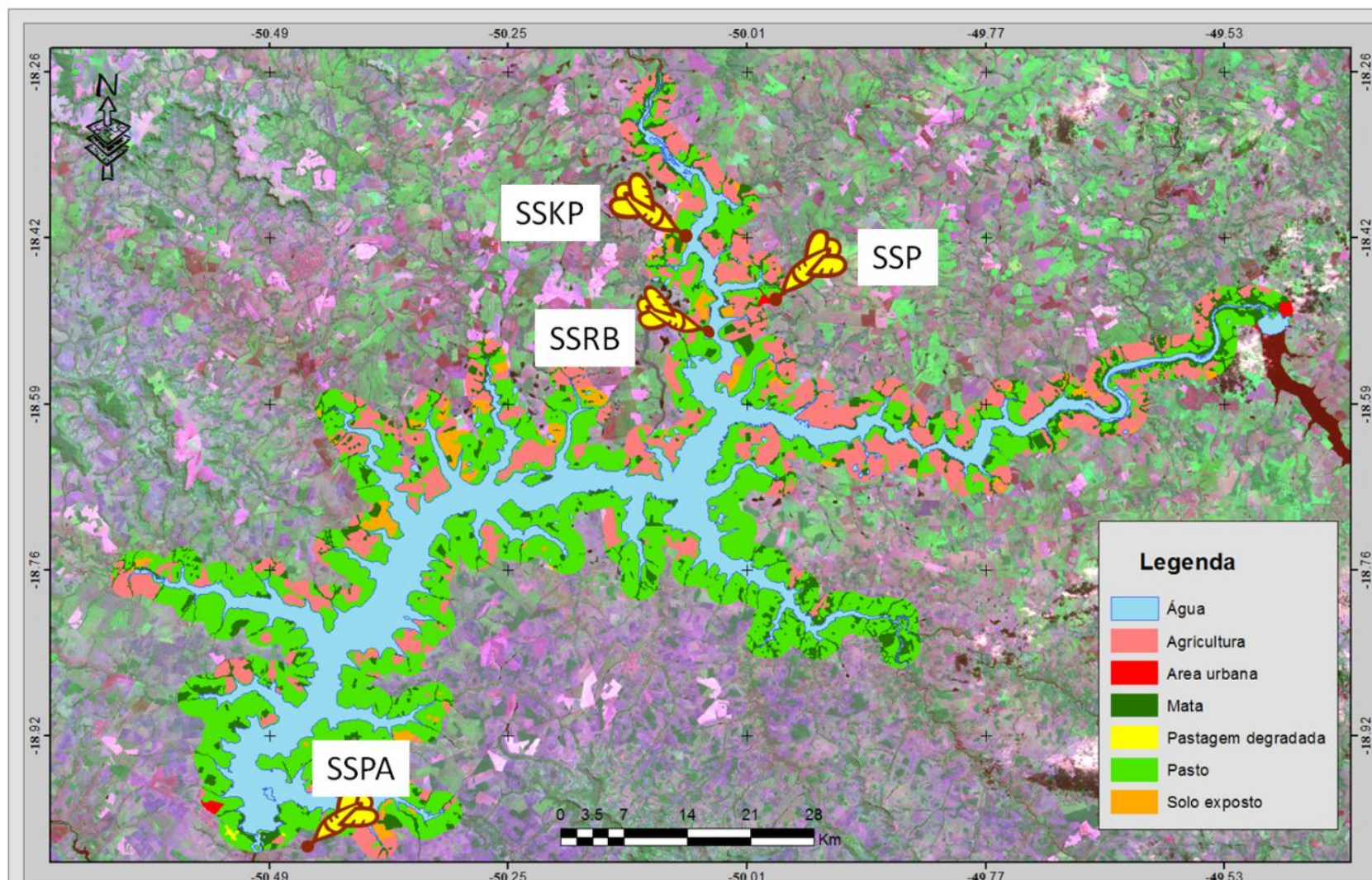


Figura 1: Mapa de uso e ocupação do solo do reservatório de São Simão (cortesia: Profa. Dra. Eliane Vieira, UNIFEI).

As amostras SSRB foram coletadas na piscicultura localizada no Rio dos Bois (Figs. 2 e 3). Este local está localizado na cidade de Gouvelândia-GO. A coleta foi executada no dia 03 de julho de 2012, utilizando como fonte tanques-rede que são propriedade da Piscicultura “Rio dos Bois”, localizada perto de várias pousadas. Dos tanques rede foram coletadas duas Tilápias ainda vivas. No local, além de diversas pousadas também foi observado residências, sítios campos de cana-de-açúcar.



Figura 2: cartão da piscicultura Rio dos bois

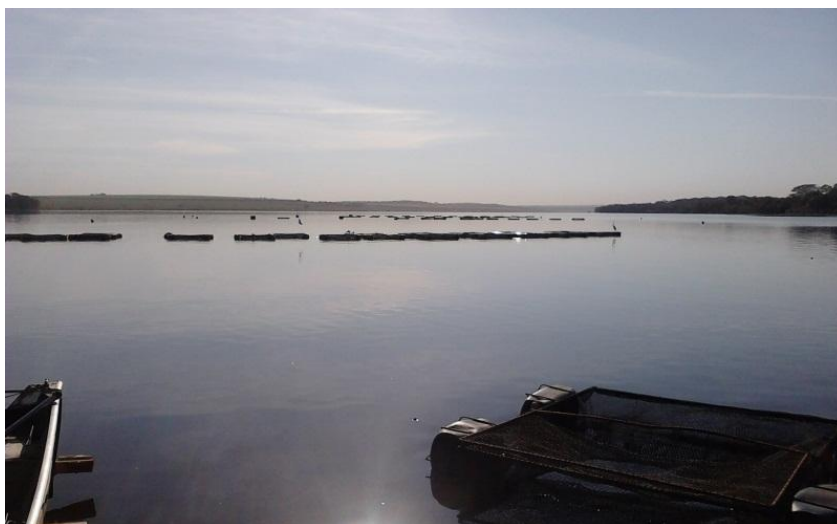


Figura 3: tanques-rede da piscicultura Rio dos Bois

As amostras SSP foram coletadas em uma peixaria “GP” localizada na cidade de Inaciolândia/GO, no dia 04 de julho de 2012 (Fig. 4). Esta peixaria tradicionalmente vende peixes frescos pescados no reservatório de São Simão e ao longo dos seus principais tributários. Nesta peixaria foram adquiridos dez (10) peixes de 9 espécies diferentes: Tucunaré, Curimba, Traíra, Piau Açú, Curvina, Mandi, Piranha, Lambari e Pacu (Figs. 4,5), sendo quatro (04) peixes carnívoros e seis (06) peixes onívoros. Neste local foi possível identificar algumas residências e agricultura, as quais têm a tendência de descarregar seus efluentes para o reservatório.



Figura 4: cartão da peixaria GP



Figura 5: peixes pescados no reservatório de São Simão e seus tributários encontrados para a venda na peixaria GP.

O local SSKP corresponde à piscicultura de tanque-rede chamada Ki-peixe (Fig. 06), localizada na beira do Rio Preto (reservatório de São Simão), que pode ser acessado a partir de uma estrada vicinal não pavimentada com origem em Gouvelândia/GO (17 km). A coleta neste local ocorreu no dia 05 de julho de 2012. Foram obtidos quatro (04) peixes da espécie Tilápia. Os peixes são cultivados em tanque rede e, 24hs antes do abate, os peixes são levados para um tanque escavado para depuração e repouso. Os peixes processados nessa unidade vêm de diversos empreendimentos de tanques rede localizados no reservatório de São Simão (Fig. 7).



Figura 6: Folder da piscicultura Ki-peixe



Figura 7: Tanques-rede da piscicultura Ki-peixe localizados no entorno do reservatório de São Simão.

O local de amostragem identificado como SSPA, corresponde uma peixaria chamada Lima no reservatório de São Simão, na cidade de Chaveslândia/ MG, sendo que a coleta foi realizada no dia 07 de julho de 2012 (Fig. 8). Esta peixaria vende peixes frescos capturados no rio Paranaíba, à jusante do reservatório de São Simão. Nesse local, foram adquiridos três espécies de peixes (Mandi, Piau 3-pintas e Traíra).



Figura 8: peixaria Lima, localizada em Chaveslândia (MG).

Peixes – Represa (Lagoa) da Pampulha

A represa da Pampulha é caracterizada por ser afetada pelo despejo de grandes quantidades de esgoto doméstico. Vários tributários da represa que trazem grandes quantidades de esgoto não tratados ou parcialmente tratados. O local da coleta dos peixes (Fig. 09) está próximo Av. Alfredo Camarate por onde corre o Córrego Mergulhão que é, como seria de esperar, muito contaminado com esgotos domésticos não tratados.

Na Represa da Pampulha foram coletados apenas dois peixes: uma Tilápia (Fig. 10) e uma Carpa (Fig.11) (Tab. 02). Estes peixes foram coletados na orla da lagoa, perto do estádio Mineirão, do lado do córrego do Mergulhão.

Tabela 2: peixes do reservatório da Pampulha

Amostras	Peixes	Local	Origem
PPC	Carpa	Pampulha	Pesca
PPT	Tilápia	Pampulha	Pesca



Figura 9: Lagoa da Pampulha, em amarelo ponto de coleta (PP) no Corrego do Mergulhão.



Figura 10: Tilápia coletada no Reservatório da Pampulha.



Figura 11: Carpa coletada no reservatório da Pampulha.

3.2 - Processamento das Amostras

Após a coleta os peixes foram medidos em comprimento, altura e espessura (Fig. 12). A seguir, eles foram pesados inteiros (Biometria). Logo se iniciou a dissecação (Fig. 13). Foram retirados o fígado, músculos e as brânquias (Fig. 14). As vísceras das tilápias da represa da Pampulha tinham sinais evidentes de estarem sofrendo pelo excesso de cianobactérias, pois tinham suas vesículas e fígados nitidamente entumescidos (Fig. 15).

Cada tecido foi pesado separadamente, colocado em placas de petri. As amostras foram acondicionadas em placas de Petri de Pexiglas e foram estocadas em um recipiente vedado com sílica gel no congelador a -25C. O próximo passo foi o de liofilizar as amostras para retirar o conteúdo de umidade, sem perda das características estruturais dos tecidos ou de outras propriedades bioquímicas. As amostras secas e liofilizadas foram encaminhadas para um laboratório acreditado pela NBR ISO/IEC 17.025 (Hidrocepe, Av. Álvares Cabral, Belo Horizonte, MG). Todos os laudos devidamente assinados e datados estão em poder do coordenador do projeto, Prof. Ricardo Motta Pinto-Coelho.



Figura 12: Biometria – medida de comprimento e peso total do peixe.



Figura 13: Início da dissecação.



Figura 14: Tilápia do reservatório de São Simão sendo dissecada.



Figura 15: Tilápia do reservatório da Pampulha sendo dissecada com vísceras com sinais evidentes de estarem sofrendo com o excesso de cianobactérias na represa.

Análise de Amostras

As amostras liofilizadas (Fig. 16) de músculo, fígado e brânquias foram encaminhadas para o Laboratório de HIDROCEP, onde foram determinadas sob técnicas estandardizadas internacionalmente segundo a norma ISO/IEC 17025, a concentração de alguns metais traça (Arsênio, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Zinco) e dos principais agrotóxicos utilizados no estado de Minas Gerais (organofosforados e carbamatos). Para os metais foram determinados as correspondentes concentrações nos três tecidos escolhidos, entanto que para a análise dos agrotóxicos foi realizado um pool de amostras até obter um peso mínimo de 20 gramas de peso seco para ambos os parâmetros, e mínimo de 12 gramas para a análise de carbamatos só. Os grupos de tecidos para cada teste podem ser observados nas tabelas inseridas no Anexo II.



Figura 16. - Liofilização das amostras de tecidos de peixes - LGAR

4.0- Resultados

4.1- Músculo

As amostras de músculo correspondente aos peixes coletados tanto na Pampulha e no reservatório de São Simão, assim como no comércio da cidade de Belo Horizonte não mostraram concentrações de metais traços que ultrapassem os valores máximos permissíveis pela legislação brasileira para o Cd e o Mercúrio. Não obstante, é possível identificar três amostras que registraram valores superiores à norma brasileira e a norma internacional da Comunidade Européia para o Chumbo e Arsênio (Tab. 3).

Tabela 3: Concentrações de metais-traço (As, Cd, Pb, Hg e ZN) em amostras de músculo de peixes coletados nas represas da Pampulha, São Simão e no comércio de Belo Horizonte (Carrefour).

Amostra Músculo de Peixe	Arsênio (mg/Kg)	Cádmio (mg/Kg)	Chumbo (mg/Kg)	Mercúrio (mg/Kg)	Zinco (mg/Kg)
Carpa Pampulha	0,28	0,22	1,05	0,09	28,78
Tilápia Pampulha	0,04	0,21	1,02	0,1	20,94
Sardinha Comércio-BH	8,08	0,47	1,37	0,09	20,36
Sardinha Comércio-BH	2,06	0,29	1,00	0,11	26,14
Tilápia Comercio-BH	0,15	0,09	1,4	0,08	11,58
Tilápia Comercio-BH	0,18	0,19	0,88	0,11	15,75
São Simão KP	0,35	0,22	2,13	0,04	17,97
São Simão RB	0,07	0,18	1,05	1,08	18,96
São Simão RB	0,08	0,19	0,96	0,11	15,29
São Simão Pesca	0,13	0,21	1,48	0,15	20,11
São Simão Pesca	0,11	0,18	1,18	0,18	28,77
São Simão Pesca	0,02	0,15	1,39	0,36	16,43
VMP Brasil (mg/Kg)		1	2		50
VMP Europa (mg/Kg)	1	1	2	1	

Nesse sentido, foi registrada uma única amostra de músculo correspondente a uma Tilápia cultivada em um tanque rede no local de Gouvelândia (2,13 mg/Kg), da empresa Ki-peixe, a qual superou a norma brasileira e internacional para chumbo (VMP = 2,0 mg/Kg). Além deste registro, também foram identificadas duas (02) amostras de sardinhas marinhas obtidas do comércio local (Supermercados Carrefour) da cidade de Belo Horizonte, com valores elevados

de arsênio (8,08 mg/Kg e 2,06 mg/Kg), que superam as normas brasileira e européia para peixes (VMP = 1 mg/Kg) (Figs. 17, 18 e 19).



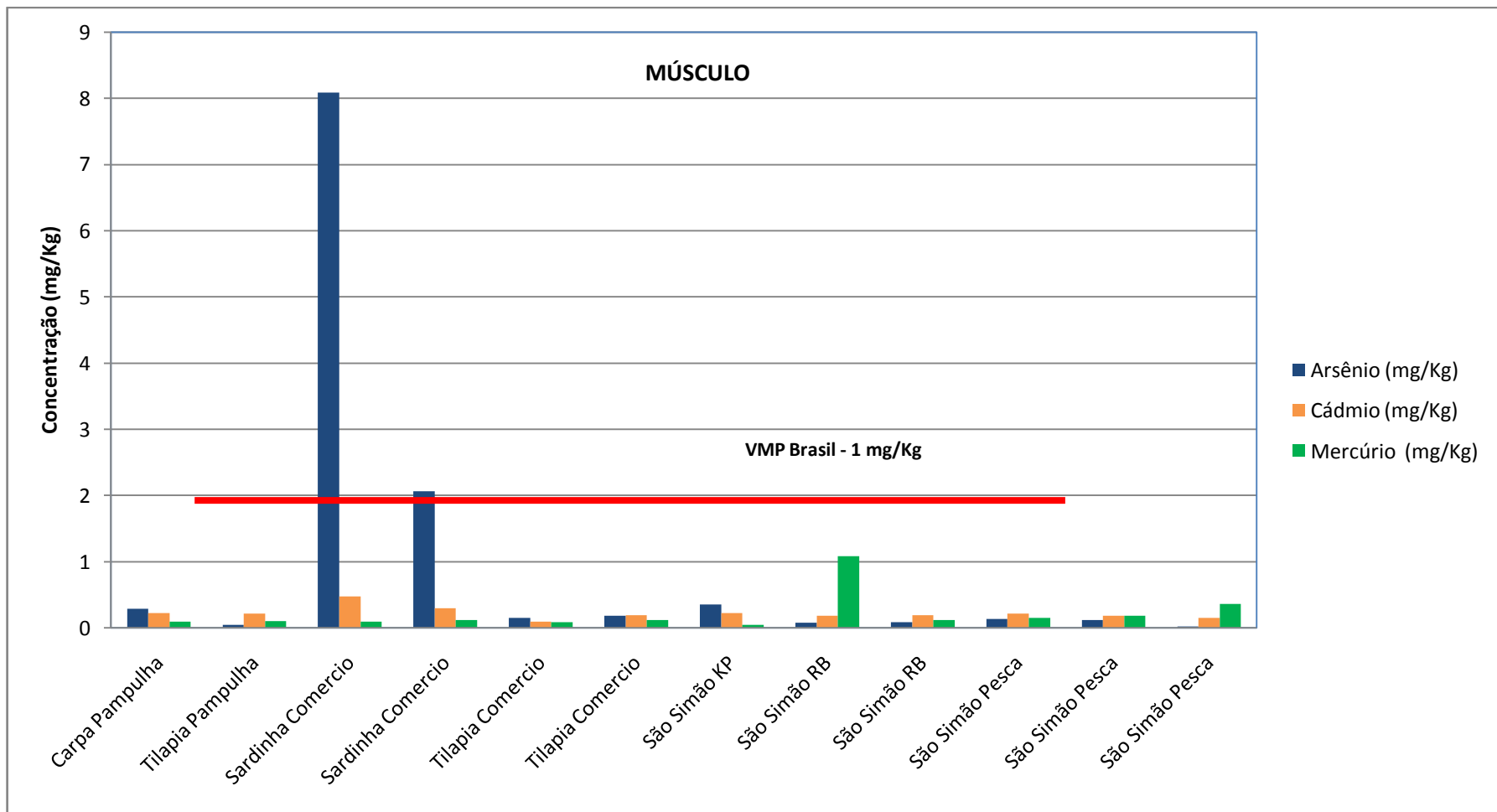


Fig. 17. - Concentração de metais (As, Cd e Hg) no músculo de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



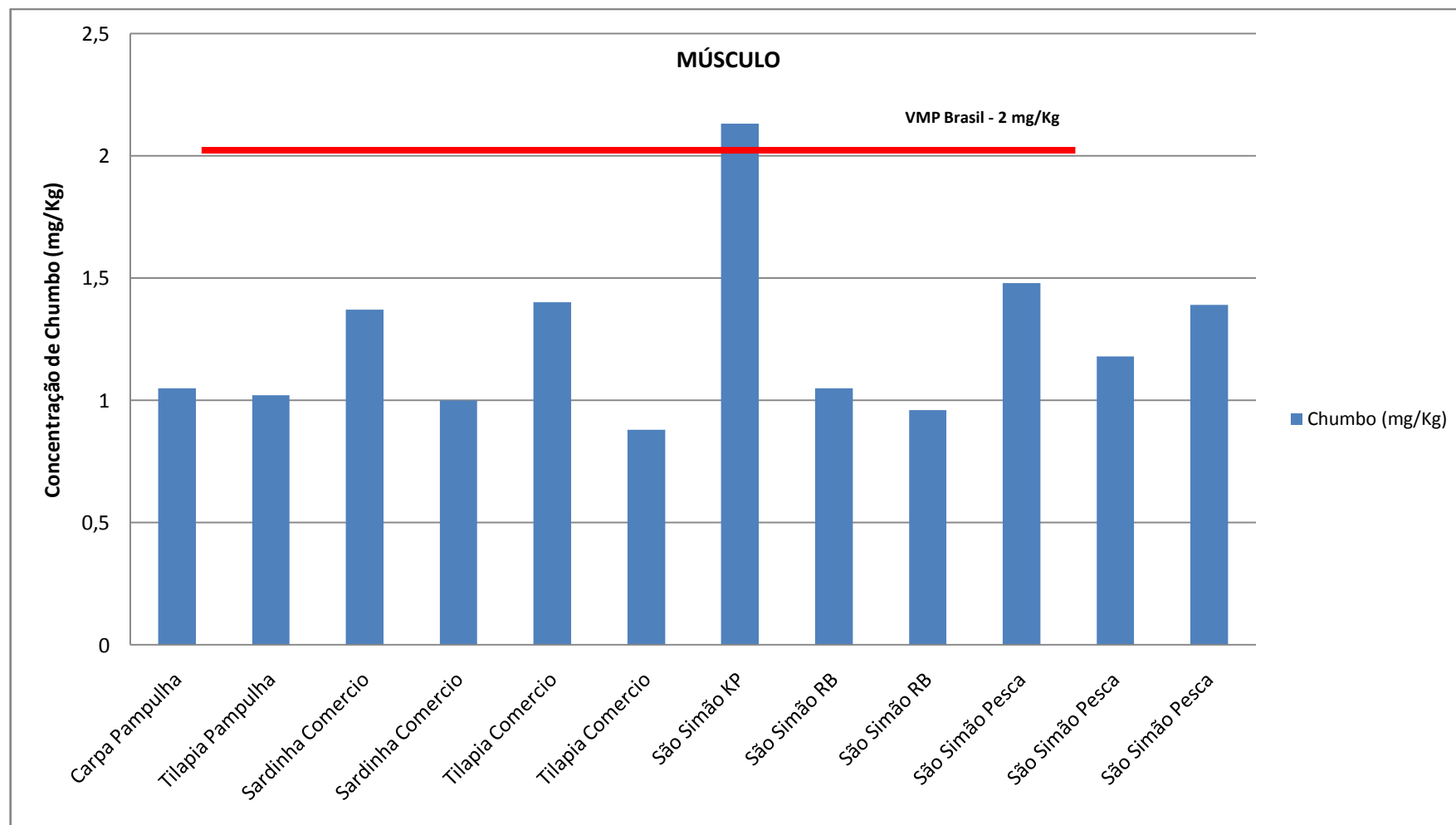


Fig. 18 - Concentração de Chumbo (Pb) no músculo de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



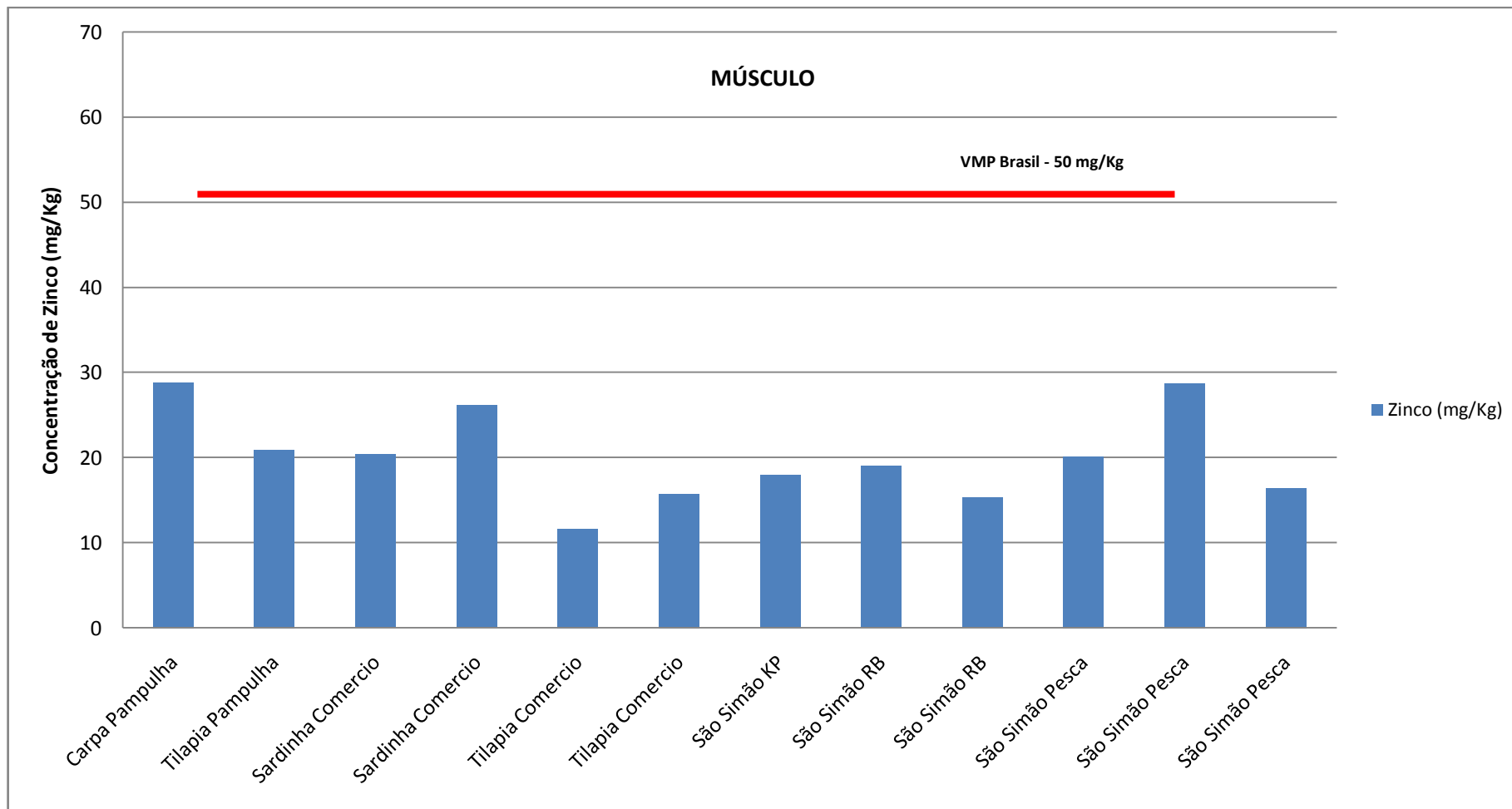


Fig. 19 - Concentração de Zinco (Zn) no músculo de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



Tabela 4 – Concentrações de metais-traço no fígado de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.

Amostra de Fígado de Peixe	Arsênio (mg/Kg)	Cádmio (mg/Kg)	Chumbo (mg/Kg)	Mercúrio (mg/Kg)	Zinco (mg/Kg)
Tilápia comércio	0,15	0,06	0,94	0,05	31,34
Pampulha TC	0,06	0,21	1,34	0,45	394,96
Sardinha comercio	11,19	0,76	1,51	0,2	58,19
Sardinha comercio	3,53	0,54	1,17	0,24	44,12
São Simão KP	0,09	0,13	0,76	0,18	34,4
São Simão RB	0,03	0,09	0,81	0,09	29,57
São Simão RB	0,05	0,07	0,81	0,1	25,64
VMP Brasil (mg/Kg)		1	2		50
VMP Europa (mg/Kg)	1	1	2	1	

4.2 - Fígado

Nas amostras de fígado (Tab. 4), foi possível registrar também nas sardinhas de comércio de BH (Carrefour) valores de arsênio e de zinco elevados (As: 11,19 e 3,53 mg/Kg), Zn: (58,19 mg/Kg). Além disso, foi registrado um alto valor de zinco no fígado da Tilápia coletada da lagoa da Pampulha (Zn: 394,96 mg/Kg). Nesses tecidos os valores registrados superaram as normas brasileiras e européias (VMP As = 1,0 mg/Kg; VMP Zn = 50 mg/Kg) (Figs. 20, 21 e 22).

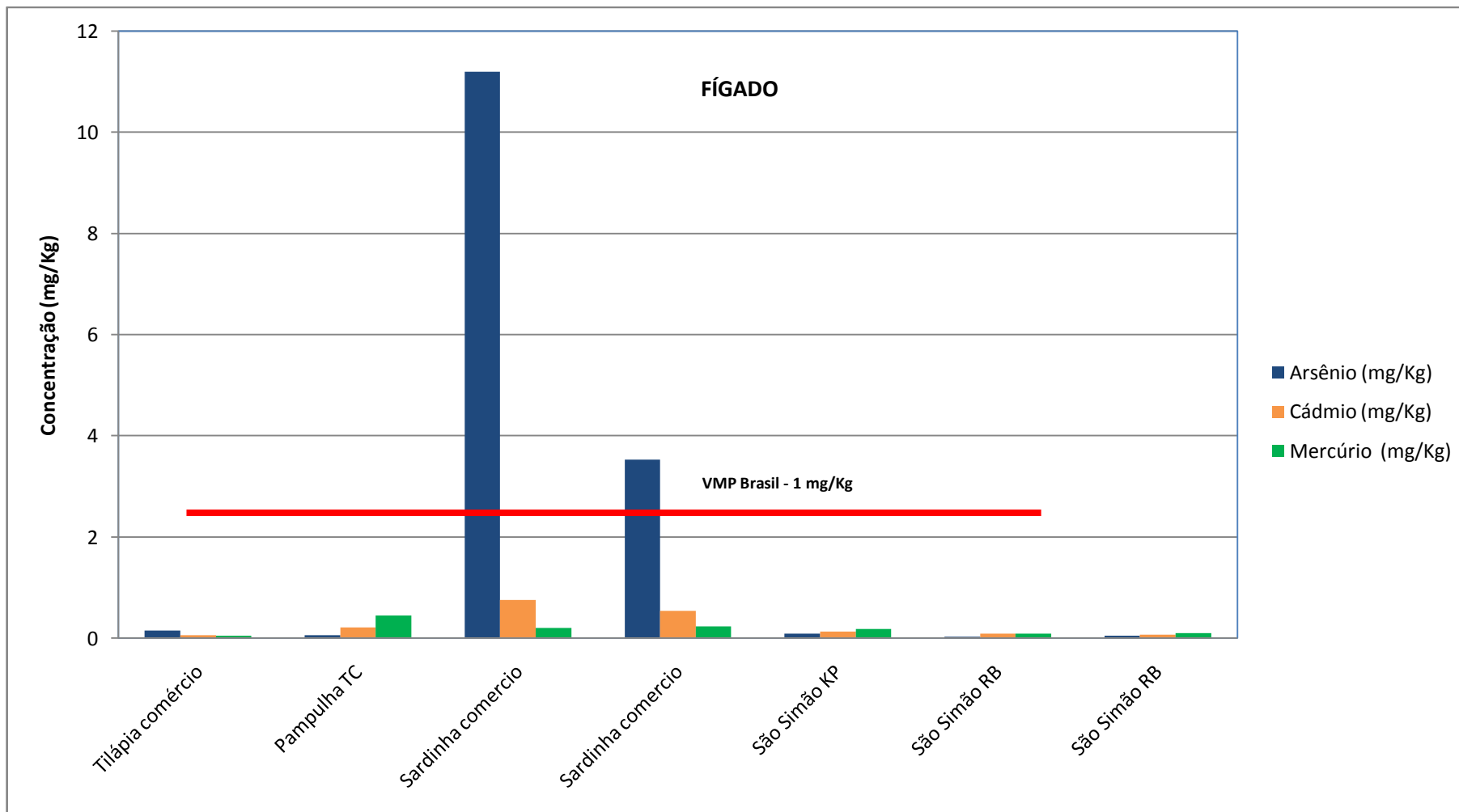


Fig. 20. - Concentração de Metais (As, Cd, Hg) no fígado de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



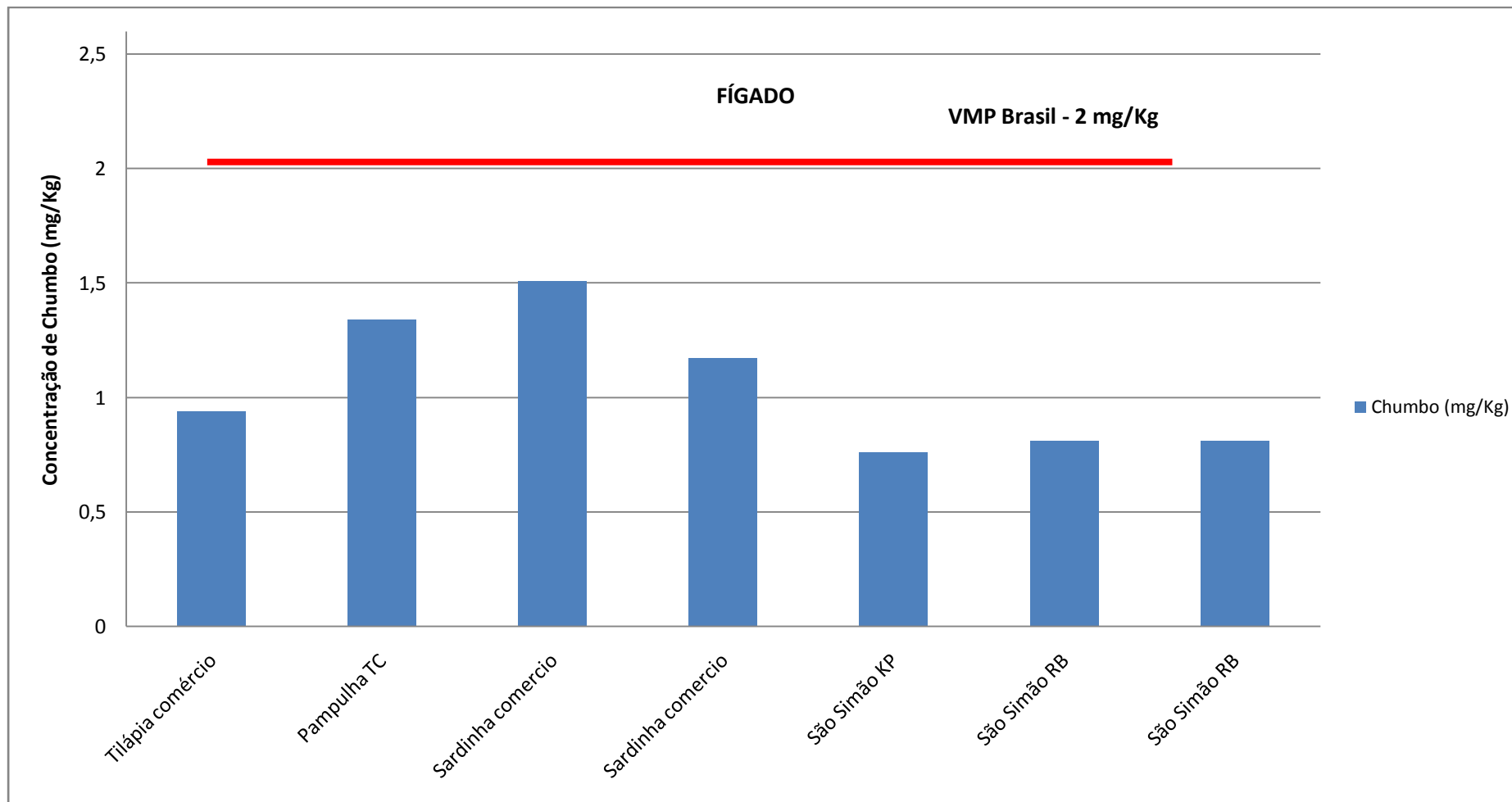


Fig. 21- Concentração de Chumbo (Pb) no fígado de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



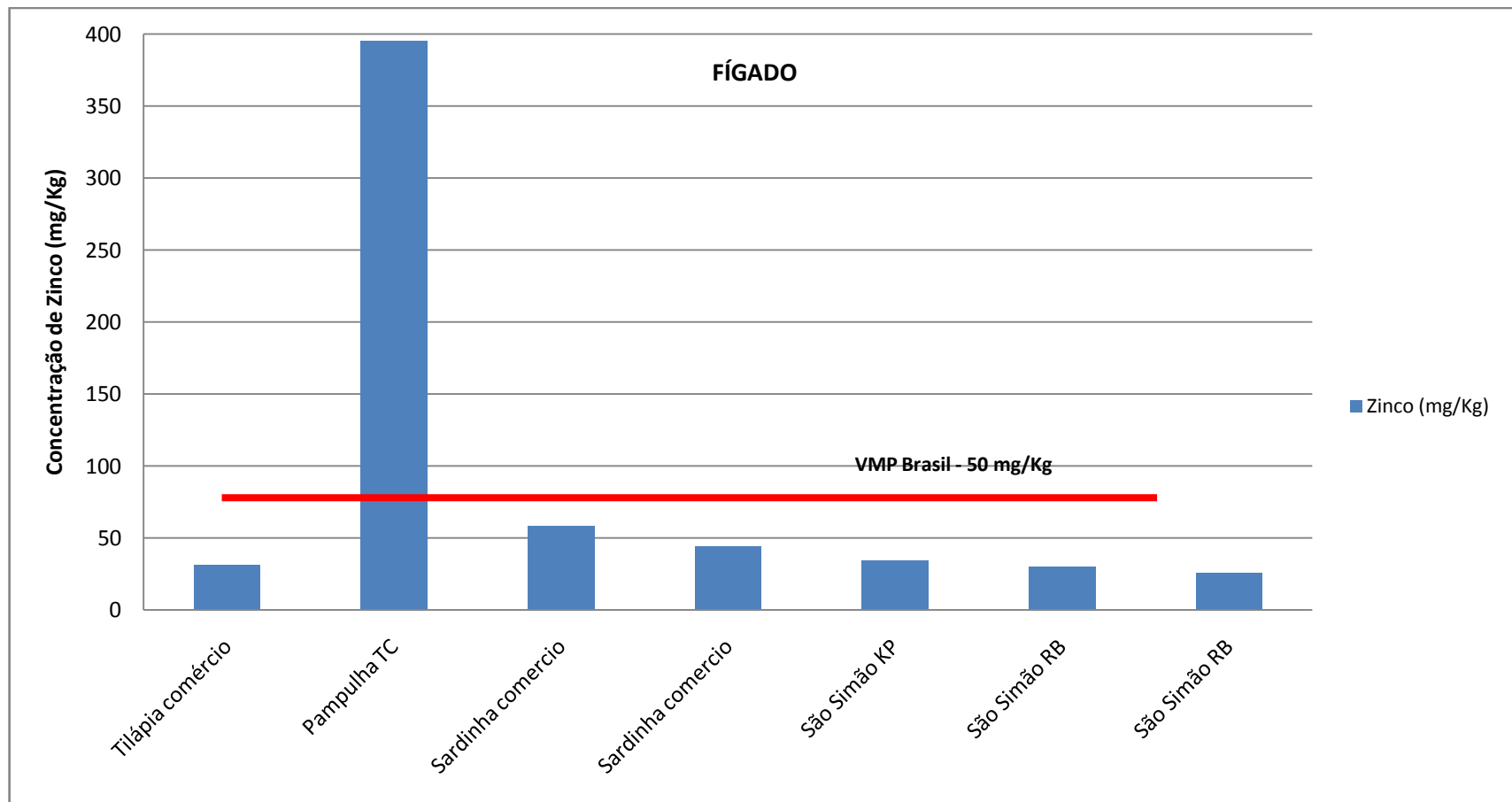


Fig. 22 - Concentração de Zinco (Zn) no fígado de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



Tabela 5. - Concentração de Metais Traço em brânquias de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.

Amostra de Brânquias de Peixe	Arsênio (mg/Kg)	Cádmio (mg/Kg)	Chumbo (mg/Kg)	Mercúrio (mg/Kg)	Zinco (mg/Kg)
Carpa Pampulha	0,12	0,58	3,46	0,14	1115,28
Tilápia Pampulha	0,08	0,62	3,30	0,03	44,42
Sardinha comércio	6,25	0,91	3,63	0,00	82,2
Tilápia comércio	0,16	0,28	2,05	0,04	36,17
Tilápia comércio	0,13	0,25	1,92	0,00	36,69
São Simão KP	0,05	0,32	2,17	0,01	40,01
São Simão KP	0,05	0,23	1,62	0,00	56,05
São Simão pesca	0,08	0,15	1,56	0,02	48,19
São Simão pesca	0,07	0,13	1,28	0,03	55,63
São Simão pesca	0,07	0,35	2,45	0,01	200,67
São Simão pesca	0,08	0,43	2,99	0,02	70,39
São Simão pesca	0,05	0,38	2,54	0,03	195,33
São Simão pesca RP	0,03	0,40	2,82	0,04	64,4
São Simão RB	0,03	0,30	2,18	0,00	71,84
São Simão RB	0,07	0,28	1,86	0,09	38,81
VMP Brasil (mg/Kg)		1	2		50
VMP Europa (mg/Kg)	1	1	2	1	

4.3 - Brânquias

Nas brânquias dos peixes coletados foram achados níveis excessivamente elevados, em onze (11) amostras de peixes para o chumbo (Pampulha, Comércio-BH, São Simão), nove (9) amostras tiveram níveis elevados de zinco e uma amostra de peixe mostrou concentrações elevadas de arsênio (Comércio-BH) (Tab. 5). Destaca-se, que nas amostras analisadas, os valores de cádmio e mercúrio não superaram os Valores Máximos Permissíveis estabelecidos pela legislação brasileira e internacional (Comunidade Européia) (Figs. 23, 24 e 25).

Por outro lado, foram registrados valores de chumbo que ultrapassaram as normas nacionais e internacionais (VMP = 2 mg/Kg). Na Pampulha foram registrados os maiores valores (3,46 e 3,30 mg/Kg), nos peixes obtidos no comércio, em uma sardinha foi registrado um valor de 3,63 mg/Kg, e na Tilápia do mesmo comércio um valor de 2,05 mg/Kg. Nos peixes coletados na aquicultura de São Simão, também foram registrados valores de chumbo de 2,17 mg/Kg e 2,18 mg/Kg, entanto que nos peixes obtidos da peixaria local, quatro (04) das amostras registraram valores por encima do limite permitido para chumbo (2,45, mg/Kg, 2,99 mg/Kg, 2,54 mg/Kg, 2,82 mg/Kg).

Em relação aos valores de Zinco (Zn), os valores registrados mais significativos foram detectados nas brânquias de uma Tilápia coletada da Represa da Pampulha (1115,28 mg/Kg), assim como das brânquias de uma Traíra e um Mandi (200 mg/Kg e 195 mg/Kg) coletados no reservatório de São Simão, especificamente nos locais de Inaciolândia e Chaveslândia.

Nas Tilápias coletadas dos tanques rede provenientes do reservatório de São Simão foram registrados valores que superaram a norma nacional (VMP = 50 mg/Kg), sendo que para o local de Gouvelândia apresentou o maior valor, ou seja, 56,01 mg/Kg de zinco. No Rio dos Bois detectou-se um valor ainda maior, 71,84 mg/Kg de zinco.

Os peixes obtidos das peixarias também registraram valores superiores dessa norma, como pode ser observado na tabela 5. No caso do arsênio foi registrado um único valor na sardinha obtida no comércio que atingiu um valor médio de 82 mg/Kg, sendo que o VMP é de 1 mg/Kg.

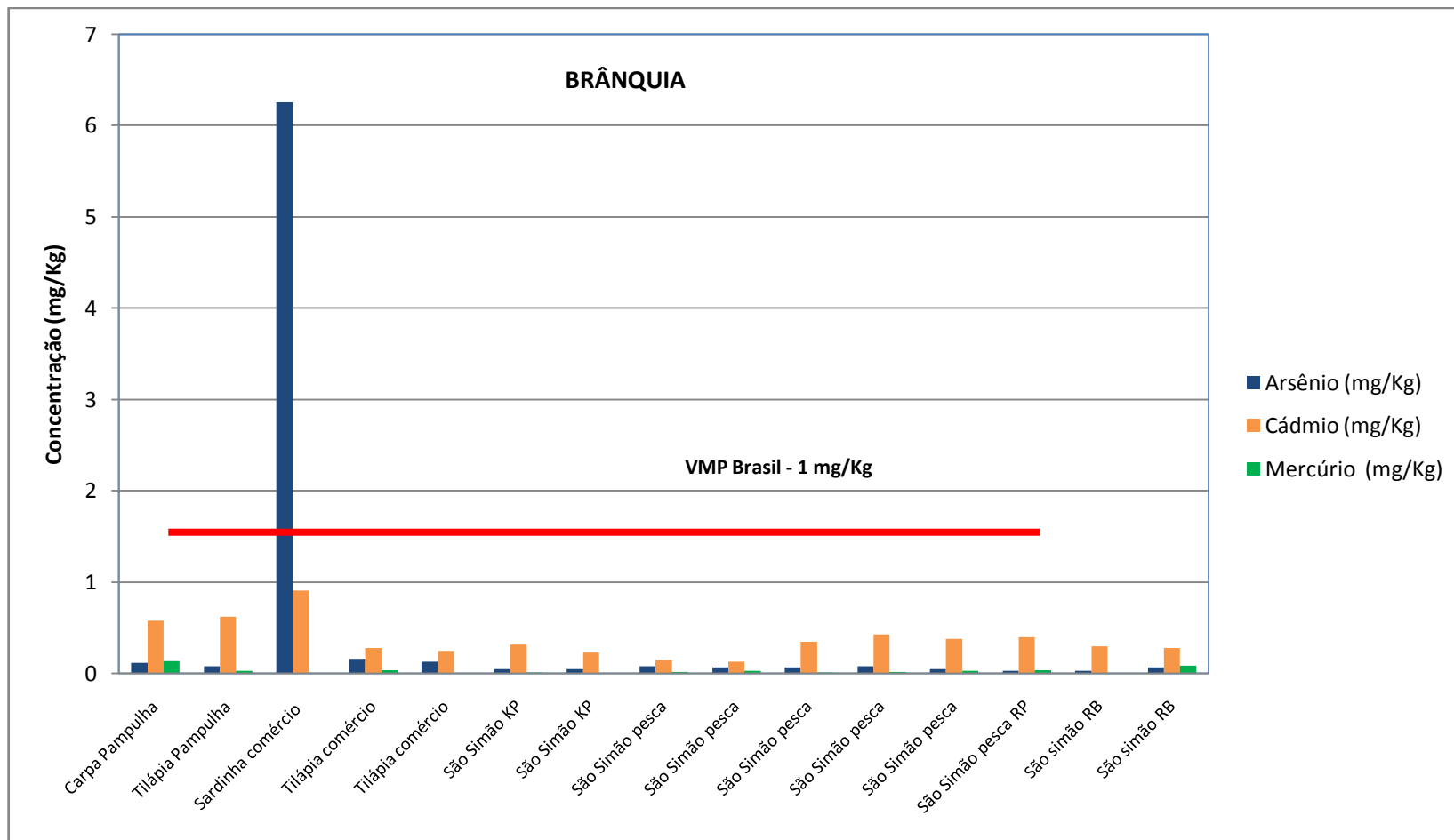


Fig. 23 - Concentração de Metais Traço (As, Cd, Hg) nas brânquias de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



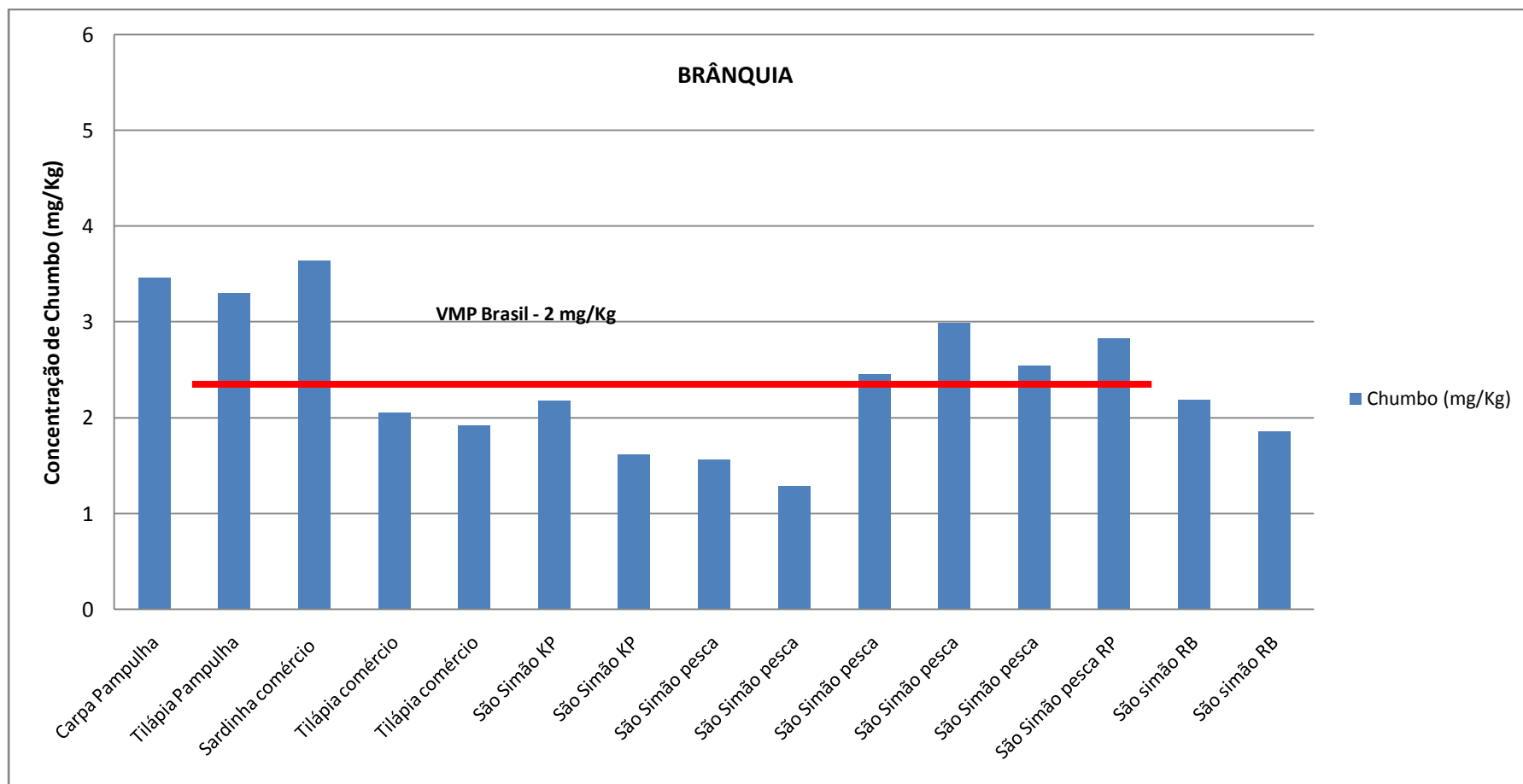


Fig. 24 - Concentração de Chumbo (Pb) nas brânquias de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012



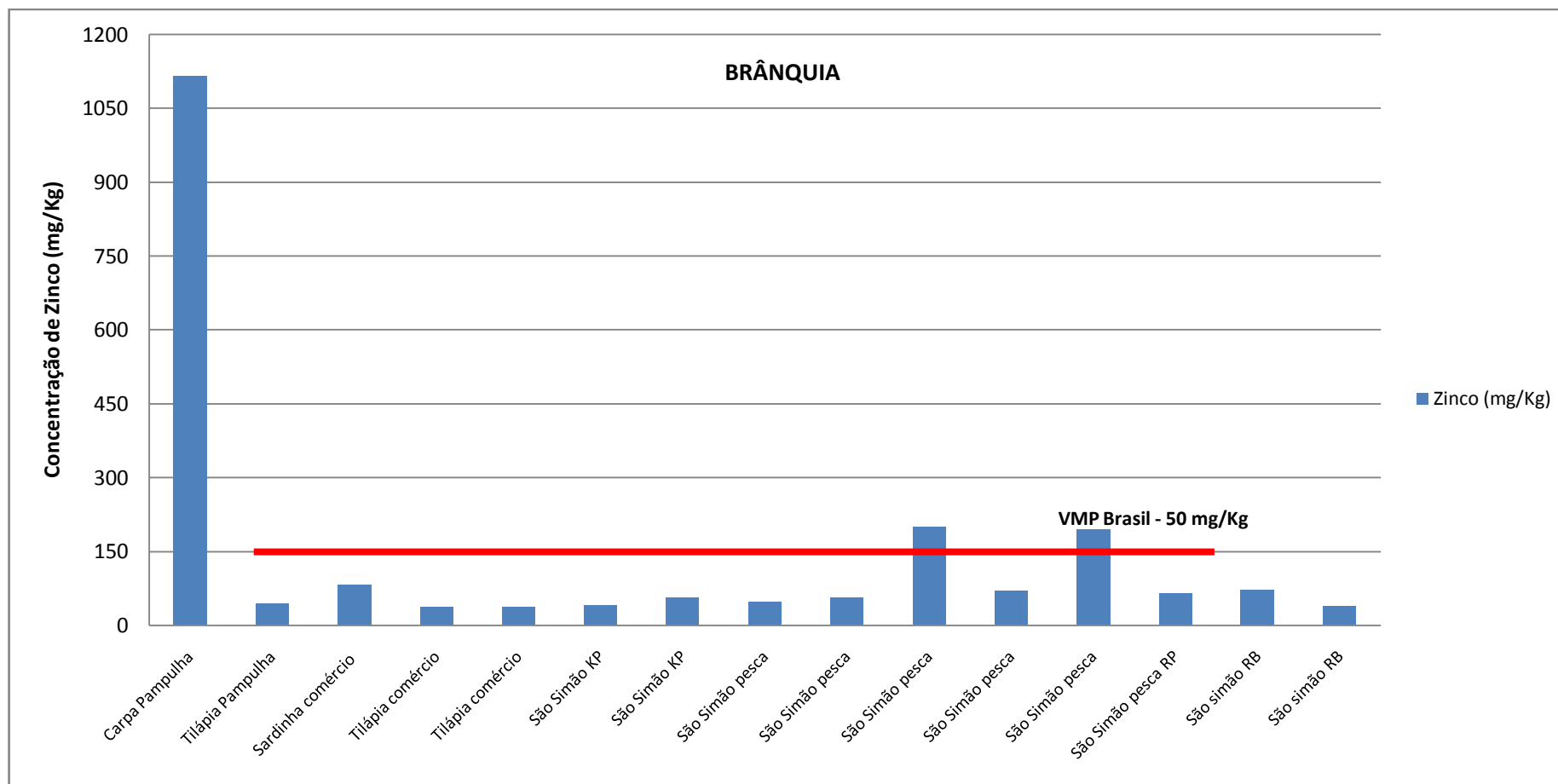


Fig. 25- Concentração de Zinco (Zn) nas brânquias de peixes coletados no comércio em Belo Horizonte (Carrefour), Represa da Pampulha (Belo Horizonte) e no Reservatório de São Simão (MG-GO), entre junho e agosto de 2012.



4.4 - Agrotóxicos

No caso da análise de agrotóxicos, foram avaliadas quatro grupo de amostras ou pools, contendo amostras de músculo de peixes segundo a tabela 6.

Tab. 6 - Relação das amostras combinadas (*pooled sampling*) para análise de agrotóxicos de peixes coletados dos reservatórios de São Simão e da Pampulha

Pool	Código Amostra	Parâmetro analisado
8086	SSP3, SSP5, SSP6, SSP7	Organofosforados e Carbamatos
8448	PPT, PPC	Carbamatos
8449	SSPA1, SSPA2, SSPA3	Carbamatos
8450	SSRB1, SSRB2, SSKP1, SSKP2	Organofosforados e Carbamatos
8451	SSP1, SSP2, SSP4, SSP8, SSP9	Organofosforados e Carbamatos

Dessas amostras foram obtidos os seguintes resultados descritos na tabela abaixo (Tab. 7).

Tab. 7 - Concentração de inseticidas em amostras agrupadas a partir de músculo de peixe em diversos pontos do reservatório de São Simão e do reservatório da Pampulha (ver. Tab 6).

Pool	Organofosforados	Carbamatos
Pampulha	Não realizado	Não detectado
São Simão - Pescaria	Não detectado	Aldicarb; 0,0135 mg/Kg.
São Simão - Pescaria	Diazinon; 0,01583 mg/Kg.	Aldicarb; 0,307 mg/Kg.
São Simão - Pescaria	Não realizado	Aldicarb; 0,0150 mg/Kg
São Simão - Aquicultura	Parathion Etilico 0,00807 mg/Kg Diazinon; 0,01805 mg/Kg	Não detectado

Estes valores embora sejam muito baixos, deve ser considerado que tratam-se de agentes potentes com efeitos deletérios nos sistema nervoso de mamíferos grande maioria de

organismos vivos, especialmente os organismos aquáticos. Sua presença tem que ser evitada a todo custo nos ecossistemas aquáticos.



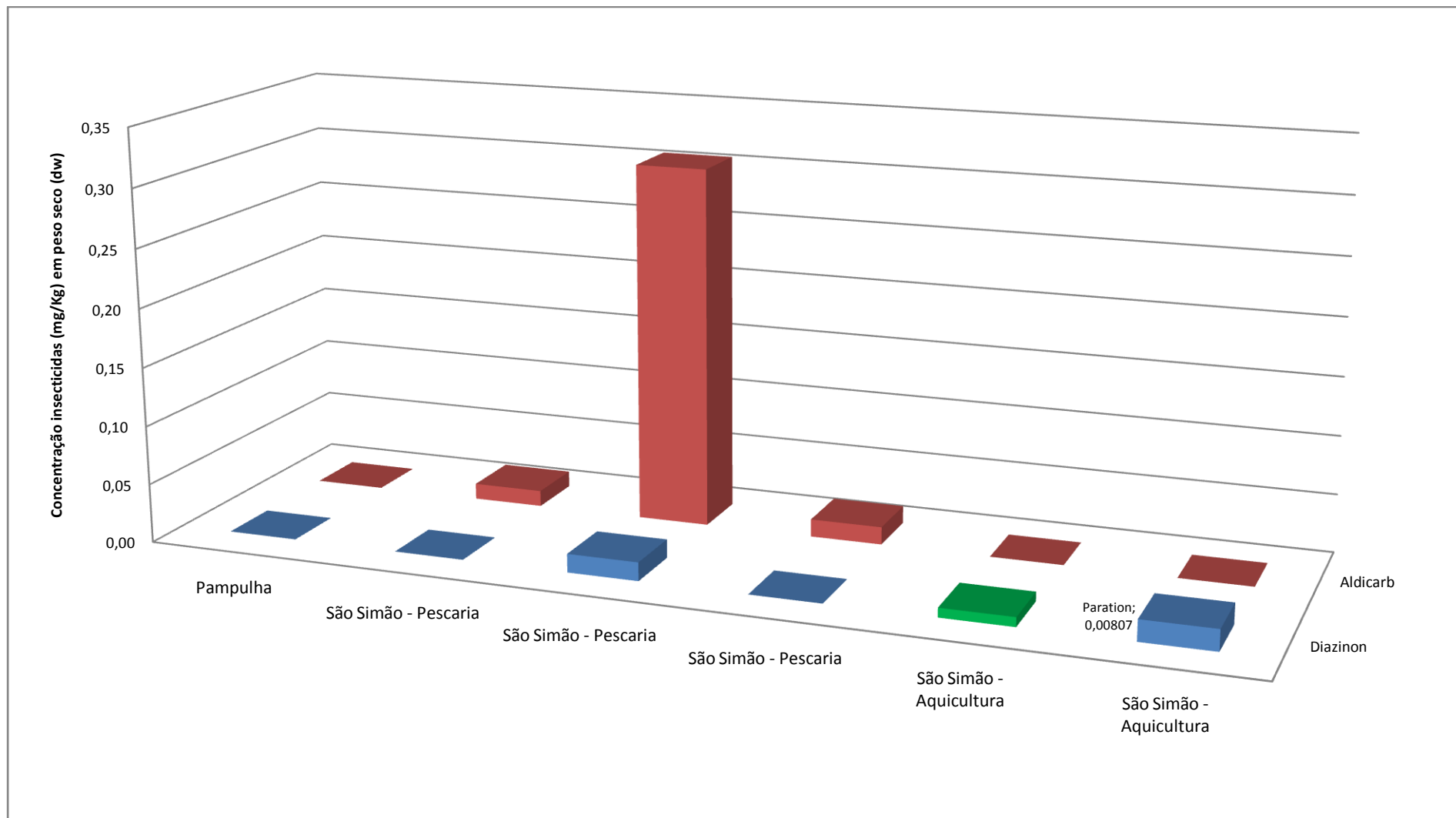


Fig. 26- Concentração de Inseticidas no músculo de peixes de São Simão e Pampulha



5.0 - Discussão

Os teores dos metais registrados nesta pesquisa oferecem um panorama de contaminação aquática nos reservatórios de São Simão e na represa da Pampulha e ainda lançam uma certa preocupação em relação ao pescado que é comercializado na cidade de Belo Horizonte.

Na Pampulha foram detectados indícios de bioacumulação de zinco nas brânquias e no fígado. A literatura indica que estes órgãos são os primeiros a serem atingidos pelos xenobióticos existentes na água e nos sedimentos dos corpos de água lóticos e lênticos. Estes xenobióticos são gerados tanto por fontes pontuais (contaminação urbana e industrial) como pelo *run-off* agrícola e de silvicultura.

Segundo Puch *et al.*, (2007), a drenagem urbana tem sido identificada como fonte substancial de contaminantes para os corpos aquáticos. Puch *et al.*, (2007) autores concluem, em sua pesquisa, que a ocorrência dos metais seguiu a tendência $Zn > Pb > Cu > Cd$.

A lixiviação de materiais oriundos de construções, veículos e a própria deposição atmosférica são responsáveis pelo aporte de cargas significativas de metais (Cd, Cu, Pb e Zn) através do escoamento urbano. Na pesquisa de Pusch *et al.*, (2007), as concentrações de zinco foram as mais expressivas e as concentrações de cádmio as mais baixas fato comprovado na presente investigação.

A obra de reforma do Mineirão, por exemplo, pode estar causando um forte aumento das concentrações de zinco em toda a biota da represa da Pampulha. Existem evidências de que o material usado nas construções pode conter concentrações de chumbo elevadas na madeira tratada e de zinco no concreto e em telhas metálicas. Todos esses materiais tem sido muito usados na reforma do estádio Magalhães Pinto.

Com relação aos componentes veiculares, o zinco sempre está presente em concentrações elevadas tanto no óleo lubrificante novo quanto no usado, assim com nos pneus. Nas pastilhas de freio as concentrações de zinco e cobre podem ser expressivas.

A presente pesquisa comprova que a sequência de concentrações relativas de metais-traços pode ser alterada dependendo dos tipos de diferentes usos de materiais que ocorrem nas bacias dos reservatórios e, em muitos, casos, altera profundamente a dinâmica da geologia da região.

A concentração de Arsênio nas amostras de músculo e fígado registradas neste projeto corresponde a peixes marinhos adquiridos do supermercado da cidade de Belo Horizonte. Sendo que esta sardinha foi capturada no mar, não se tem referência do local de captura desses peixes. Segundo Barra *et al.*, (2000), a flora e fauna marinhas, contém um número de compostos de arsênio onde este elemento parece ser trocado por nitrogênio ou fósforo nas vias metabólicas, gerando que organismos marinhos acumulem quantidades substanciais de arsênio de modo mais eficiente que os organismos terrestres. O arsênio na forma de arseniato é absorvido devido a sua similaridade com o fosfato que é essencial. Parece que os organismos marinhos, adquirem arsênio através de a cadeia alimentar, e transformam o arsênio inorgânico em arsenobetaína via algumas vias metabólicas através da biometilação.

Os resultados obtidos nesta pesquisa coincidem como os resultados obtidos na dissertação do Gobbi (2007), na qual se acharam teores de chumbo e zinco acima da norma brasileira nas amostras de fígado, sendo que na presente pesquisa, este teor esteve muito por embaixo desta norma. Por outro lado, os teores de mercúrio, na pesquisa de Barra *et al.*, (2008) ultrapassaram o limite permitido pela legislação brasileira (1,0 mg/kg) para peixes predadores em amostras de fígado.

Nesta pesquisa foi observado que alguns metais foram bioacumulados de forma diferente em cada um dos órgãos estudados, isto responde às diferentes rotas de ingresso dos poluentes aos organismos e as vias metabólicas especializadas que os organismos possuem para desintoxicar-se, especialmente no fígado. Nesse sentido, segundo Walker *et al.*, (1999), as brânquias e o trato digestivo representam as principais vias de absorção de contaminantes inorgânicos e orgânicos, sendo que pelas brânquias os peixes pegariam os xenobióticos presentes na água e no sedimento. Sendo que os peixes estão diretamente expostos para muitos poluentes dissolvidos ou suspensos na água.

Este mesmo autor (Walker *et al.*, 1999), menciona que a maioria de poluentes têm uma estrutura química hidrofóbica e, portanto, uma tendência lipofílica a bioacumularem-se nos depósitos de gordura dos organismos. Os organismos, em geral, biotransformam estes xenobióticos para compostos hidrofílicos visando a posterior excreção. Este processo é levado a cabo prioritariamente no fígado e nem sempre tem bons resultados. Como consequência há uma forte bioacumulação de toxinas neste órgão.



6.0 - Conclusões e Recomendações

- Os elevados teores de Zinco e Chumbo registrados nas brânquias nos peixes do reservatório da Pampulha e no reservatório de São Simão estariam associados a um tipo de contaminação urbana, gerada pela lixiviação dos materiais de construção (concreto, ferro, etc) e pelo forte uso de veículos automotores (pneus, freios, etc).
- Os teores de Zinco e Chumbo no fígado analisados mostram que estes peixes estão bioacumulando metais no processo de biotransformação de xenobióticos como parte da Fase II deste sistema metabólico.
- Os tanques rede no reservatório de São Simão estão recebendo despejos urbanos, que aparentemente possuem carga contaminante de metais traço (zinco e chumbo), o qual estaria sendo evidenciado pela presença de estes metais nas brânquias e fígado dos peixes analisados nesta pesquisa.
- Os valores de metais bioacumulados nos peixes coletados na Represa da Pampulha foram excessivamente superiores aos registrados nos peixes coletados no Reservatório de São Simão.
- Foi registrada a presença de Aldicarb e Diazinon nos peixes capturados no reservatório de São Simão, entanto que nos tanques rede foi detectada a presença de Parathion e Diazinon. Na represa da Pampulha não foi registrada concentrações de inseticidas nos tecidos.



7.0 - Bibliografia

Barra C. M, Santelli, R. E. Abrão, J.J. & Guardia M. **ESPECIAÇÃO DE ARSÊNIO - UMA REVISÃO**. QUÍMICA NOVA, 23(1). 2000.

Gonçalves, M. F., **Variação temporal e espacial da presença dos metais pesados Cd, Cr, Ni, Pb, Zn na bacia do rio Barigüi e identificação de suas fontes potenciais**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 2008

Pusch, P.B., Guimarães, J.R., & Grassi, M.T. **Estimativa de cargas de metais a partir de fontes difusas de poluição urbana**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo-SP, 2007.

Mattedi Gobbi, Jennifer. **ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DE METAIS EM DIFERENTES TECIDOS DE PEIXES SURUBINS (*Pseudoplatystoma coruscans*) CAPTURADOS NO RIO SÃO FRANCISCO (MG)**. Dissertação de Mestrado, Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 2007.



8.0 - Equipe

N	Nome	Cargo-Função
1	Prof. Dr., Ricardo Motta Pinto-Coelho	Professor Associado UFMG
2	Luis Alberto Sáenz Isla)	doutorando PG ECMVS
3	Tomaz Antônio Martins dos Santos	Gaduatingo Aquicultura, UFMG
4	Felipe Cerqueira da Cunha	Gaduatingo Aquicultura, UFMG
5	Aloizo Penilson Pereira Gomes	Ecólogo, Bolsista CNPq
6	Gabriela Pires Fernandes	Gaduatingo Aquicultura, UFMG
7	Laila de Oliveira Ribeiro	Bióloga, Bolsista CNPq
8	Eliane Corrêa Elias	Mestranda PG ECMVS
9	Simone Santos	MSc PG ECMVS

9.0 - Contato

Estudo realizado no Laboratório de Gestão de Reservatórios – LGAR, ICB, UFMG

Sala I3 254 – ICB- UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627

31270-901 – Belo Horizonte (MG)

[HTTP://ecologia.icb.ufmg.br/lgar](http://ecologia.icb.ufmg.br/lgar)

Fale conosco: 031 3409 2574

E-mail: rmpc@icb.ufmg.br