

# TEORES DE MERCÚRIO EM PEIXES DE RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS

**JÚLIA BORGERTH SETTE DA COSTA E SILVA**

Aluna de Graduação de Química com Atribuições  
Tecnológicas - 5º período, UFRJ

Período PIBIC/CETEM : outubro de 2012 a julho de 2013,  
Insilva@cetem.gov.br

**ZULEICA CARMEM CASTILHOS**

Orientadora, Farmacêutica, D.Sc.

zcastilhos@cetem.gov.br

**PATRÍCIA ARAÚJO**

Co-orientadora, Técnica em Química

paraujo@cetem.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho está inserido no projeto “Ciclo Biogeoquímico do Mercúrio e do Metilmercúrio em Reservatórios de Hidrelétricas em Ambientes Tropicais e seus Riscos Associados à Saúde Humana- CNPq 477552” (CASTILHOS *et al.*, 2010). O mercúrio pode ser metilado, principalmente em ambientes aquáticos, formando o metilmercúrio (MeHg), que bioconcentra e biomagnifica ao longo da cadeia trófica, atingindo os maiores teores em peixes piscívoros. O MeHg tem reconhecidos efeitos neurotóxico e teratogênico neurotóxico em humanos (WHO, 1990). A principal, se não a única fonte de exposição humana ao MeHg é a ingestão de peixes contaminados.

Estudos indicam que a produção de MeHg pode aumentar em até 40 vezes após o alagamento de áreas inundadas de florestas boreais, incrementando os teores de MeHg em peixes entre 3 a 5 vezes, de forma transitória, retornando às concentrações basais em 10 a 30 anos. A relação de causa e efeito entre a criação de reservatórios de hidrelétricas e o aumento nos teores de mercúrio em peixes foi primeiramente mencionada nos Estados Unidos no final dos anos 70, Suécia e Canadá, nos anos 80 (VERDON, 1991; WHO, 1990). Entretanto, há uma enorme carência de dados sistemáticos sobre estes fenômenos e sobre os teores de mercúrio em peixes oriundos de reservatórios em sistemas aquáticos tropicais e subtropicais (CASTILHOS; RODRIGUES, 2009).

## 2. OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo quantificar, pela primeira vez, os teores de mercúrio em pescado oriundo dos reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório, no Rio Iguaçu, para avaliar o potencial incremento de mercúrio em peixes de reservatórios em ambientes tropicais e subtropicais.

## 3. METODOLOGIA

O Rio Iguaçu é um rio exclusivamente paranaense, pois corta o estado de leste a oeste, sendo um importante gerador de energia do Sul do país. Cinco usinas hidrelétricas foram construídas, a partir de 250 km das suas nascentes, ocupando praticamente metade da extensão total do rio. Iniciando com Foz do Areia, Segredo, Salto Santiago, Salto Osório, Salto Caxias, finalizando com Baixo Iguaçu, a qual se encontra em fase de licenciamento e previsão de funcionamento a partir de 2014. As usinas de Foz do Areia, Segredo e Salto Caxias pertencem à Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel), enquanto Salto Santiago e Salto Osório são operadas pela Tractebel Energia.

### **3.1 Salto Santiago**

A usina hidrelétrica de Salto Santiago atualmente alcança 1.420 MW. O início das operações ocorreu em dezembro de 1980 e foi constituída a partir do barramento do rio Iguaçu entre os municípios de Rio Bonito do Iguaçu e Saudade do Iguaçu. O reservatório de Salto Santiago é considerado um reservatório de acumulação. Possui área inundada de 208 km<sup>2</sup>, profundidade média de 35 m e máxima de 70 m; o volume de água de 6,7x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> e o tempo de residência é de aproximadamente 50,8 dias (Tractebel Energia e ECSA 2002b; Funiversitária/Gerpel e Tractebel Energia, 2004).

### **3.2 Salto Osório**

A usina hidroelétrica de Salto Osório tem, atualmente, a capacidade de operação de 1.078 MW (Tractebel Energia S.A. e ECSA, 2002). O reservatório de Salto Osório é o único entre os demais reservatórios do rio Iguaçu que já se encontra estabilizado (Baumgartner et al. 2006). Constituído a partir do barramento do rio Iguaçu, entre os municípios de Quedas do Iguaçu e São Jorge do Oeste, teve seu enchimento iniciado em maio de 1975 e começou a operar em setembro do mesmo ano. Possui uma área inunda de 55 km<sup>2</sup>, profundidade média de 25,5 m e máxima de 40 m; o volume de água é de 1,2x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> e o tempo de residência é de 16 dias (Tractebel Energia e ECSA 2002<sup>a</sup>; Funiversitária/GerpeTractebel Energia, 2004).

### **3.3 Amostragem de peixes**

Os peixes foram coletados em julho e em setembro de 2012, pelas equipes de campo do Grupo de Pesquisas em Recursos Pesqueiros e Limnologia- GERPEL, do Campus de Toledo, da Universidade Estadual do Oeste Paranaense (UNIOESTE), conforme detalhadamente descrito em FUNIVERSITÁRIA/GERPEL/TRACTEBEL ENERGIA (2004) e aqui citado brevemente.

Foram utilizadas redes de espera simples com malhas de 2,4 a 16 cm e redes trêmelhos de 6 a 8 cm entre nós não adjacentes com comprimento entre 10 a 20 m cada, alocadas na superfície e no fundo da região pelágica e redes de margem nos reservatórios, que permaneceram expostas por 24 horas com revisão às 8:00, 16:00 e 22:00 horas. No laboratório os indivíduos foram identificados taxonomicamente, medidos e pesados. Amostras de tecido dorso-muscular dos peixes foram removidas e colocadas em frascos “Eppendorf”, congeladas e enviadas para o Laboratório de Especificação de Mercúrio Ambiental, do CETEM.

### **3.4 Determinação de Mercúrio Total**

A determinação do teor de mercúrio total (HgT) em tecido muscular de peixes foi realizada pela técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica. Utilizou-se o equipamento LUMEX (RA 915+) acoplado a uma câmara de pirólise. O princípio de funcionamento do equipamento é o da destruição térmica da amostra seguida da quantificação de vapor de Hg. O limite de detecção desse método é de 5,0 ng/g e erro aceito de 10% entre as duplicatas. Amostra de referência certificada IAEA 497 de tecido muscular de peixes com teor certificado de mercúrio de 0,22±0.13-rever µg.g-1 também foi analisada, resultando em 0,219±0.008 µg.g-1 (n=8), com acuracidade resultante de 99%.

### **3.5 Análises estatísticas dos dados**

As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa Toxstat 3.5. Para as amostras com distribuição normal foi utilizado o Teste t de Student e foi aceito erro de 5% (p <0,005).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A espécie *Oligosarcus longirostris* (Saicanga) foi escolhida como biomonitor em função de seu habito alimentar piscívoro e ampla distribuição em ambos os reservatórios estudados. Cento e trinta e um (131) espécimes de peixes foram amostrados e os teores de mercúrio foram quantificados no tecido muscular, em duplicata.

Os espécimes coletados em ambos os reservatórios tem tamanhos similares, não diferindo significativamente (Teste *t*-Student). Os teores de HgT nos peixes coletados no reservatório de Salto Osório e de Salto Santiago não diferem significativamente (Teste *t*-Student) e estão abaixo de 500 µg/g, considerado o limite máximo permitido de teor de mercúrio em pescado para a comercialização. Este teor é recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1990) e foi estimado com base em uma taxa de ingestão de peixes em torno de 6g/dia e na dose máxima de mercúrio a partir da qual são observados efeitos tóxicos nos seres humanos. Na Legislação Brasileira, são aceitos teores de 1000 µg/g para peixes carnívoros (BRASIL, 1977).

Tabela 1. Comparação da concentração de teores de mercúrio entre os reservatórios.

Reservatórios	HgT (µg/g)	Tamanho (cm)
Salto Santiago (N=55)	389,39 ± 298,89	19,48 ± 3,70
Salto Osório (N=76)	310,81 ± 281,74	18,28 ± 4,70

(n)= número de exemplares

Entretanto, pode-se considerar que a população moradora perto dos reservatórios pode consumir mais peixes do que 6g/dia. Por outro lado, pode-se também supor que outras espécies de peixes, não carnívoras, possam compor a dieta destes moradores, decrescendo os riscos de exposição ambiental ao MeHg. Assim, é importante conhecer os hábitos alimentares da população humana local.

Os reservatórios estudados tiveram seu enchimento há mais de 30 anos e por isso, considera-se que estejam estabilizados. Assim, os atuais teores de mercúrio devem estar expressando o retorno aos teores basais, posteriores ao incremento temporário de mercúrio em peixes, representando, pois, as condições anteriores ao fechamento do reservatório.

Estes dados são importantes principalmente porque há planejamento para novo reservatório no rio Iguaçu. Está planejada a instalação da Usina Hidrelétrica de Baixo Iguaçu, a jusante das demais, que será o último empreendimento energético deste rio. Conhecer os teores de mercúrio nos reservatórios já existentes servirá não apenas para preencher esta lacuna no conhecimento, mas também como referencial para o acompanhamento do impacto do alagamento deste futuro reservatório, visando comparações temporais e espaciais e compreensão do ciclo biogeoquímico do mercúrio e de suas implicações nos teores de mercúrio nos peixes.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida, à minha orientadora Zuleica Carmen Castilhos pela oportunidade oferecida e pelos ensinamentos, à minha coorientadora Patrícia Araújo e à Lillian Domingos, pelas orientações recebidas no LEMA.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Decreto 55. 871 de 26/03/1965. *Legislação federal do setor de Saúde*. 3V. Brasília, 2ª ed. 1977.
- CASTILHOS, Z. C. ; RODRIGUES, A .P. 2009 *Avaliação da Potencial Acumulação de Mercúrio em Peixes dos Reservatórios (previstos) de Jirau e de Santo Antônio, Rio Madeira*, RO. CETEM, RJ,106p.
- CASTILHOS, et al., 2010 *Ciclo Biogeoquímico do Mercúrio e do Metilmercúrio em Reservatórios de Hidrelétricas em Ambientes Tropicais e seus Riscos Associados à Saúde Humana*- Projeto CNPq 477552
- FUNIVERSITÁRIA/GERPEL/TRACTEBEL ENERGIA, 2004. *Estudos ictiológicos e*

*monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios de Salto Santiago e Salto Osório, rio Iguaçu, Paraná. Relatório técnico. 2004.*

VERDON, R. BROUARD, D., DEMERS, C., LALUMIERE, R., LAPERIE, M., SCHETAGNE, R. (1991) *Mercury evolution (1978-1988) in fishes of the La Grande Hydroelectric complex. Quebec, Canada. Water, Air and Soil Pollution, 56:405-417*

**WHO**, 1990. Environmental Health Criteria (EHC 101). *Methylmercury*. Geneva, 143 p., 1990