



**XXII SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GIA/22  
13 a 16 de Outubro de 2013  
Brasília - DF

**GRUPO -XI**

**GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA**

**ATUAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO NA EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE  
MIGRAÇÃO E TRANSPosição DE PEIXES NA BACIA DO ALTO PARANÁ.**

**João Henrique Pinheiro Dias  
CESP**

**Domingo Rodriguez Fernandez Helio Martins Fontes Junior (\*)  
Itaipu Binacional Itaipu Binacional**

**RESUMO**

Este trabalho apresenta resultados de produção científica e qualificação de pessoal, proporcionados pelos estudos de migração e transposição de peixes desenvolvidos no rio Paraná pelas concessionárias de geração. Através de inventário de comunicados e publicações, constatou-se a existência, até o presente, de 29 comunicações em eventos científicos nacionais e 14 em eventos internacionais, totalizando 43 comunicações, e 17 artigos em revistas científicas, sendo sete em revistas internacionais, uma dissertação de mestrado e quatro teses de doutorado. Esses resultados materializam significativo incremento do conhecimento da migração de peixes e sistemas de transposição, bem como para a formação de recursos humanos especializados.

**PALAVRAS-CHAVE**

Migração de peixes, barragens, transposição, rio Paraná.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A migração é o movimento que resulta em uma alternância entre dois ou mais habitats separados, ocorrendo com periodicidade regular envolvendo grande parte da população (Northcote, 1978, 1984, citado por WOOTTON, 1990). Esse processo permite ao peixe utilizar diferentes habitats para diferentes etapas de seus ciclos de vida, habitando as calhas dos rios principais para alimentação e afluentes, várzeas e lagoas marginais para desova e desenvolvimento de suas formas jovens. Os peixes migratórios na bacia hidrográfica do Alto Paraná são de grande importância ecológica e socioeconômica (AGOSTINHO *et al.*, 2003; AGOSTINHO *et al.*, 2007), compondo parte significativa do desembarque pesqueiro (AGOSTINHO *et al.*, 1999; VERMULM JUNIOR *et al.*, 2002; AGOSTINHO *et al.*, 2007; VERMULM JUNIOR & GÍAMAS, 2007) sendo imperativo o uso sustentado de seus estoques.

A implantação de barragens pode causar obloqueio de rotas migratórias de peixes reofílicos, e por isso um dos principais temas nas avaliações de impactos ambientais de empreendimentos hidroelétricos é o nexo entre a implantação do empreendimento e a interrupção dos processos migratórios. Ao bloquear o acesso dos cardumes aos ambientes de desova e desenvolvimento inicial de formas jovens, as barragens podem causar isolamento populacional e genético, e depleção demográfica das espécies migradoras, com consequências ecológicas e socioeconômicas.

A elaboração de programas que mitiguem esses impactos demanda uma base consistente de conhecimento sobre os padrões existentes de migração, os fatores que desencadeiam esse processo e os mecanismos que possibilitam aos peixes migratórios a transposição dos obstáculos constituídos pelas barragens, quando essa transposição for ecologicamente recomendável. Tal conhecimento só é obtido através de estudos de longo prazo, com bases conceituais consistentes e desenvolvidos de modo sistemático. A Itaipu Binacional e a CESP – Companhia

(\*) Av. Tancredo Neves, 6731 – Usina Hidrelétrica de Itaipu – CEP 85856-970 – Foz do Iguaçu, PR – Brasil  
Tel: (+55 45) 3520-5604 – Fax: (+55 45) 3520-6687 – Email: [helio@itaipu.gov.br](mailto:helio@itaipu.gov.br)

Energética de São Paulo, em cooperação com instituições de pesquisa como a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Mississippi State University e US Geological Service, veem desenvolvendo estudos de migração desde a década de 90, com programas de marcação e recaptura de peixes migratórios e monitoramento de estruturas de transposição experimentais e definitivas nas usinas de Itaipu e Porto Primavera (UHE Engenheiro Sérgio Motta), além de Yaciretá, na fronteira entre Argentina e Paraguai.

Este trabalho apresenta a evolução quantitativa e qualitativa das publicações geradas sobre o tema através de estudos coordenados ou apoiados pelo Setor Elétrico Brasileiro, especificamente pelas empresas Itaipu Binacional e CESP, que têm seu parque gerador instalado principalmente no rio Paraná.

## 2.0-METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudos

Este estudo focou publicações referentes à migração e transposição de peixes no trecho alto e parte do médio rio Paraná. Esse segmento de bacia começa na confluência dos rios Paranaíba e Grande, formadores do Paraná, com seu limite meridional estabelecido pela Hidrelétrica Yaciretá, cerca de 450 a jusante da UHE Itaipu, estendendo-se, portanto, por cerca de 1.230 km. Foram considerados os estudos de transposição referentes à escada experimental de Itaipu, que operou no período de 1992 a 1997, Canal de Piracema de Itaipu, em operação desde 2002 e a escada para peixes da UHE Engenheiro Sérgio Motta (CESP), ativa desde 2001.

### 2.2 Coleta dos dados

Foram inventariadas as publicações produzidas dentro dos temas migração e transposição de peixes no trecho do rio Paraná acima descrito, através de consultas aos bancos de dissertações e teses da CAPES e aos currículos do sistema Lattes ([www.lattes.cnpq.br](http://www.lattes.cnpq.br)) dos profissionais do Setor Elétrico brasileiro que participaram ou participam desses estudos. Essas publicações foram catalogadas por ano, tipo (comunicação em evento científico ou artigo em revista científica), considerando o âmbito (nacional ou internacional). Somente foram consideradas publicações em que há autoria ou coautoria de profissionais do Setor, embora diversas publicações utilizem os dados gerados nos estudos da Itaipu e CESP. Foi elaborada uma descrição e análise crítica da evolução dos conceitos subjacentes aos temas migração e transposição de peixes, e da participação do Setor Elétrico brasileiro nessa evolução.

## 3.0 - RESULTADOS

No período de 1993 a 2011 foram publicadas 29 comunicações em eventos científicos nacionais e 14 em eventos internacionais, totalizando 43 trabalhos. A Figura 1 apresenta o número acumulado de comunicações em eventos nacionais e a Figura 2 reporta esse número acumulado em eventos internacionais no período.

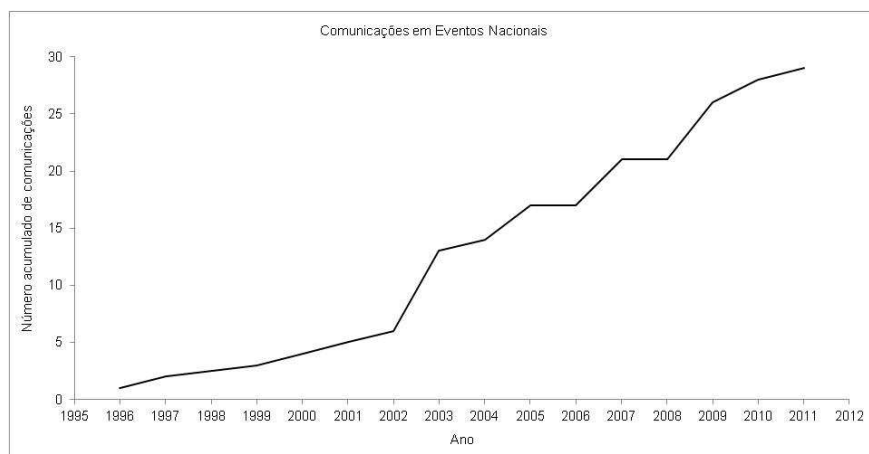


FIGURA 1. Número acumulado de comunicações científicas em eventos nacionais, no período de 2002 a 2012.

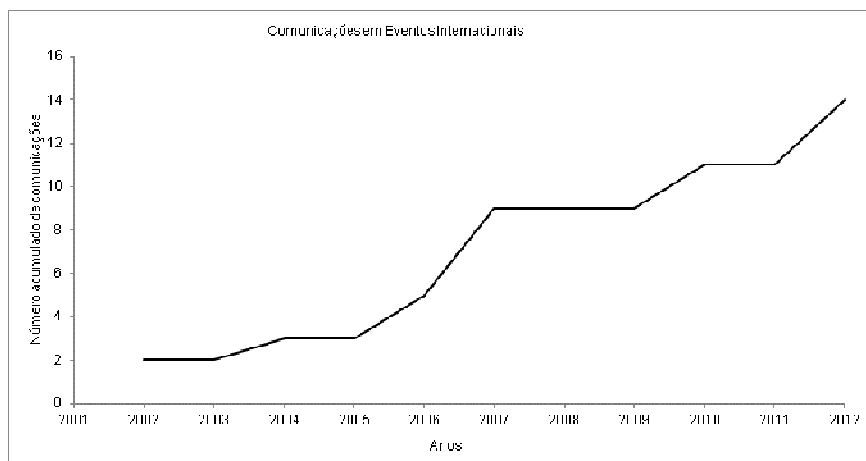
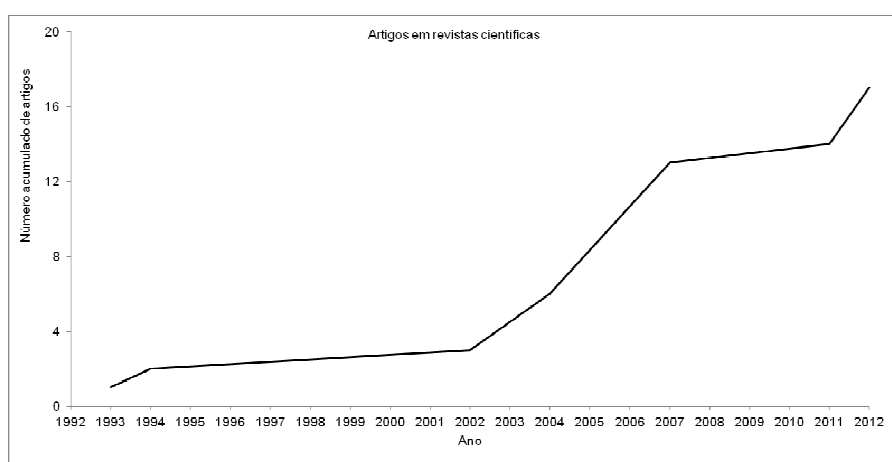
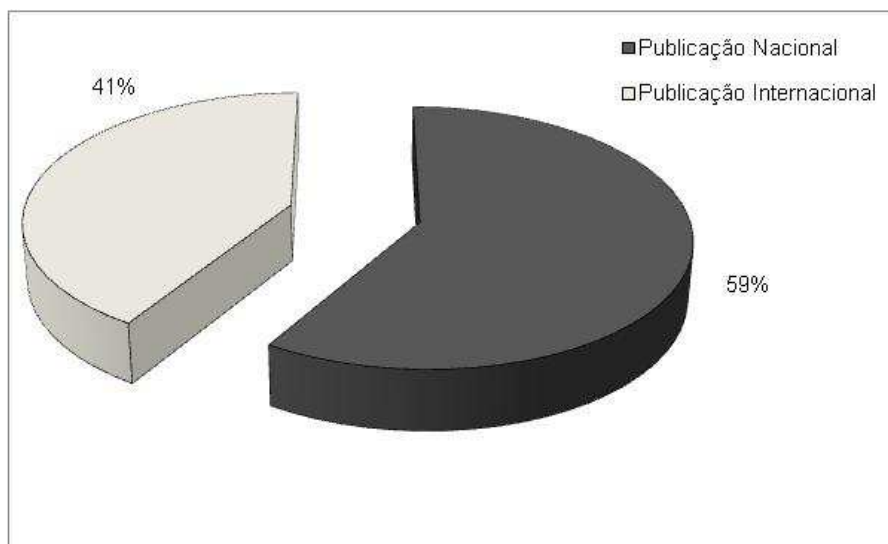


FIGURA 2. Número acumulado de comunicações científicas em eventos internacionais, no período de 2002 a 2012.

Acerca de artigos em revistas científicas, no período de 1993 a 2012 foram 17 publicações (Figura 3A), sete das quais em revistas internacionais (Figura 3B).



(a)



(b)

FIGURA 3. Número acumulado de artigos publicados entre 1993 e 2012 (a) e proporção entre publicações em revistas nacionais e internacionais (b).

Desses artigos, 12 reportaram estudos sobre sistemas e processos de transposição (BORGHETTI *et al.*, 1993; BORGHETTI *et al.*, 1994; AGOSTINHO *et al.*, 2002; FONTES JR. *et al.*, 2004; FERNANDEZ *et al.*, 2004; HAHN *et al.*, 2007; FERNANDEZ *et al.*, 2007; MAKRAKIS *et al.* 2007a; MAKRAKIS *et al.*, 2007b; MAKRAKIS *et al.*, 2011;

WAGNER *et al.*, 2012; FONTES JR. *et al.*, 2012). Outros quatro artigos abordaram migração (FERNANDEZ *et al.*, 2004; MAKRAKIS *et al.*, 2007c; MAKRAKIS *et al.*, 2007d; MAKRAKIS *et al.*, 2012), e um trata de migração pós-transposição (ANTONIO *et al.*, 2007).

Com relação à qualificação de pessoal, esses trabalhos geraram, até o momento, uma dissertação de mestrado (WAGNER, 2010) e quatro teses de doutorado (FERNANDEZ, 2000; HAHN, 2007; MAKRAKIS, 2007; FONTES JR., 2011).

Uma questão relevante resolvida por esses estudos foi a da viabilidade da transposição de grandes desníveis por peixes neotropicais, pois um dos argumentos recorrentes contra a instalação de estruturas de transposição para peixes no Brasil era que nossa ictiofauna seria incapaz de superar obstáculos superiores a oito m (Machado & Alzuguir, 1976, citados por QUIRÓS, 1988). Essa hipótese foi definitivamente refutada com a instalação e monitoramento de uma escada experimental na UHE Itaipu em 1992, com desnível de 27 m, com registro de transposição por significativo número de espécies (BORGHETTI *et al.*, 1993; BORGHETTI *et al.*, 1994; FERNANDEZ, 2000; FERNANDEZ *et al.*, 2002; FERNANDEZ *et al.*, 2004b; FERNANDEZ *et al.*, 2007).

Estudos pioneiros de telemetria de peixes neotropicais, seja com radiotelemetria (HAHN, 2007; HAHN *et al.*, 2007), técnica utilizada na UHE Itaipu, ou por sistemas de identificação por radiofrequência (RFID) com uso de transponders passivos integrados, os PIT-tags, utilizados tanto em Itaipu (FONTES JR., 2011, FONTES JR *et al.*, 2012) quanto na UHE Engenheiro Sérgio Motta (WAGNER, 2010, WAGNER *et al.* 2012), vêm oferecendo respostas a diversas questões relevantes acerca do uso das estruturas de transposição pela ictiofauna, como a atratividade das estruturas para diferentes espécies e a outros aspectos relacionados à transposição de peixes. Também no tocante ao tratamento dos dados os estudos de transposição nas usinas do rio Paraná propiciaram significativa evolução metodológica com a incorporação de técnicas como a análise de sobrevivência, com as funções de ascensão e risco, que permitem identificar pontos ou características favoráveis ou restritivos das estruturas de transposição em relação à sua eficiência (MAKRAKIS, 2007; MAKRAKIS *et al.* 2007; WAGNER, 2010; WAGNER *et al.*, 2012), o que possibilita seu aprimoramento. Questões como qual a proporção das populações das espécies alvo que ingressam nos sistemas, quais as taxas de sucesso das diferentes espécies na passagem, quanto tempo e esforço as espécies empreendem nas estruturas, e mesmo a compatibilidade entre migração e outros usos das estruturas vêm sendo respondidas adequadamente com essas técnicas.

Também de grande relevância é o incremento do conhecimento científico acerca dos movimentos migratórios das espécies reofílicas, propiciado por estudos de longo prazo, utilizando técnicas de marcação e recaptura, e conduzidos em conjunto pelo Setor Elétrico (Itaipu Binacional, CESP e Entidad Binacional Yaciretá) e por universidades e instituições de pesquisa do Brasil e do exterior, sumarizados por Makrakis *et al.* (2012).

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Os estudos desenvolvidos pelas concessionárias do Setor Elétrico Brasileiro acerca de migração e transposição de peixes no rio Paraná vêm propiciando um significativo incremento do conhecimento científico, materializado em comunicados em eventos científicos, artigos científicos, dissertações e teses sobre esses temas, ainda controversos e polêmicos para peixes Neotropicais. Possibilitam também a formação de quadros especializados tanto para a continuidade de estudos acadêmicos quanto para a implantação, monitoramento e aprimoramento de técnicas de manejo pelo Setor Elétrico, facilitando os processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos hidroelétricos. Por seu caráter de longo prazo e ampla abrangência espacial, possibilitam observações de fenômenos que dificilmente seriam perceptíveis nas escalas normalmente adotadas em estudos acadêmicos, que raramente vão além da escala geográfica local e o prazo de conclusão para um artigo ou tese. A continuidade desses estudos, além de alinhada com a necessidade de monitorar e aferir a eficácia das medidas de manejo, ensejará o aperfeiçoamento do acervo de informações sobre migração e transposição de peixes, bem como a qualificação de pessoal, tão necessária ao desenvolvimento sustentável do setor.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGOSTINHO, A.A. *et al.*, 2003. Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In: CAROLSFELD *et al.* (Ed.) **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Victoria: IDRC-World Bank-World Fisheries Trust, p. 19-98.
- (2) ANTONIO, R.R.; AGOSTINHO, A.A.; PELICICE, F.M.; BAILLY, D.; OKADA, E.K.; DIAS, J.H.P. Blockage of migration routes by dam construction: can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 177-184, 2007.

- (3) BORGHETTI, J. R., D. P. CHENA & S. V. G. NOGUEIRA. Installation of a fish migration channel for spawning at the Itaipu hydroelectric power station. **International Water Power and Dam Construction**, v. 5, p. 24-25, 1993.
- (4) BORGHETTI, J. R., S. V. G. NOGUEIRA, BORGHETTI, N. R. B. & CANZI, C. The fish ladder at the Itaipu Binational hydroelectric complex on the Paraná River, Brazil. **Regulated Rivers: Research and Management**, v. 9, p. 129-130, 1994.
- (5) FERNANDEZ, D.R. **Grau de seletividade da escada experimental para peixes da Itaipu Binacional**. 2000. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba.
- (6) FERNANDEZ, D.R.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; SUZUKI, H.I. Efficiency of fish ladders for neotropical ichthyofauna. **Rivers Research and Applications**, v. 18, n.3, p. 299-306, 2002.
- (7) FERNANDEZ, D.R.; HAHN, L.; AGOSTINHO, A.A. Itaipu Monitora Peixes. **EcoRio**, Rio de Janeiro, v. 14, n.88, p. 22-24, 2004a.
- (8) FERNANDEZ, D.R.; AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M. Selection of an experimental fish ladder located at the dam of the Itaipu Binacional, Paraná river, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba- PR, Brasil, v. 47, n.4, p. 579-586, 2004b.
- (9) FERNANDEZ, D.R.; AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; PELICICE, F.M. Dial variation in the ascent of fishes up an experimental fish ladder at Itaipu Reservoir: fish size, reproductive stage and taxonomic group. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 215-222, 2007.
- (10) FONTES JR., H.M. **Usos múltiplos para o Canal da Piracema: é possível conciliar migração de peixes com canoagem?** 2011. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá.
- (11) FONTES JR., H.M.; FERNANDEZ, D.R.; FIORINI, A.S. New Channel Provides Fish Passage at Itaipu Dam. **The worldwide Hydro Community**, v. 12, n.3, p. 18-19, 2004.
- (12) FONTES JR., H.M.; CASTRO-SANTOS, T.; MAKRAKIS, S.; GOMES, L.C.; LATINI, J.D. A barrier to upstream migration in the fish passage of Itaipu Dam (Canal da Piracema), Paraná River basin. **Neotropical Ichthyology**, V. 10, p.697-704, 2012.
- (13) HAHN, L. **Deslocamento de peixes migradores no rio Uruguai e no Canal Lateral de Migração da barragem de Itaipu**. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá.
- (14) HAHN, L.; ENGLISH, K. ; CAROSFELD, J. ; SILVA, L. G. M. ; LATINI, J. D. ; AGOSTINHO, A.A. ; FERNANDEZ, D. R. . Preliminary study on the application of radio-telemetry techniques to evaluated movements of fish in the Lateral Canal at Itaipu Dam, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 103-108, 2007.
- (15) MAKRAKIS, S., 2007. **O Canal da Piracema como sistema de transposição de peixes**. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá.
- (16) MAKRAKIS, M.C.; MIRANDA, L.E.; MAKRAKIS, S.; FERNANDEZ, D.R.; GARCIA, J.O.; DIAS, J.H.P. Movement patterns of armado, *Pterodoras granulosus*, in the Paraná River Basin. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 16, p. 410-416, 2007.

- (17) MAKRAKIS, M.C.; MIRANDA, L.E.; MAKRAKIS, S.; XAVIER, A.M.M.; FONTES, H.M.; MORLIS, W.G. Migratory movements of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, in the highly impounded Paraná River. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, p. 700-704, 2007.
- (18) MAKRAKIS, S.; MAKRAKIS, M.C.; WAGNER, R.L.; DIAS, J.H.P.; GOMES, L. C. Utilization of the fish ladder at the Engenheiro Sergio Motta Dam, Brazil, by long distance migrating potamodromous species. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 197-204, 2007.
- (19) MAKRAKIS, S.; GOMES, L.C.; MAKRAKIS, M.C.; FERNANDEZ, D.R.; PAVANELLI, C.S. The Canal da Piracema at Itaipu Dam as a fishpass system. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 185-195, 2007
- (20) MAKRAKIS, M.C.; MIRANDA, L.E.; MAKRAKIS, S.; FONTES JÚNIOR, H.M.; MORLIS, W.G.; DIAS, J.H.P.; GARCIA, J.O. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes in a highly regulated river basin. **Journal of Fish Biology**, v. 81, p. 866-881, 2012.
- (21) QUIRÓS, R. Estructuras para asistir a los peces no salmónidos em sus migraciones: América Latina. **COPESCAL Documento Tecnico**, Roma, n. 5, 1988, 50 p.
- (22) VERMULM JUNIOR, H.; GIAMAS, M.T.D.; CAMPOS, E.C., JAIME JOSÉ CASARI DA CAMARA, J.J.C., BARBIERI, G. Levantamento da pesca profissional continental, no Estado de São Paulo, de 1994 a 2000. Dados Preliminares. I. Bacia do rio Paraná. **Instituto de Pesca de São Paulo. Série Relatórios Técnicos**, São Paulo, n. 08, p. 1-11, 2002.
- (23) VERMULM JUNIOR, H.; GIAMAS, M.T.D. Levantamento da pesca profissional continental, no Estado de São Paulo, em 2005. Dados Preliminares: Bacias dos Rios Paranapanema, Paraná e Grande. Instituto de Pesca de São Paulo. Série Relatórios Técnicos, São Paulo, n. 25, p. 1-13, 2007.
- (24) WAGNER, R.L. **Efetividade da escada para peixes da UHE Engenheiro Sergio Motta - CESP para espécies de peixes migradoras neotropicais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Faculdade de Engenharia de Toledo, UNIOESTE, Toledo.
- (25) WOOTTON, R.J., 1990. **Ecology of Teleost Fishes**. New York: Chapman and Hall, 404 p.

## 6.0 – DADOS BIOGRÁFICOS

### 6.1 Autor: João Henrique Pinheiro Dias

Nascido em Franca, SP, em cinco de novembro de 1958. Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos em 1982, com Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais (1995) e Doutorado em Ciências (2003) pela mesma instituição. Trabalha desde 1985 no Departamento de Meio Ambiente da Companhia Energética de São Paulo - CESP, no gerenciamento de programas de restauração ecológica e conservação da biodiversidade. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia e biologia de peixes em reservatórios, limnologia, restauração ecológica. Coautor ou autor de 15 artigos em revistas científicas, 58 comunicações em eventos científicos, dois livros e um capítulo de livro. Currículo disponível em <http://lattes.cnpq.br/5174560654469800>.

### 6.2 Autor: Domingo Rodriguez Fernandez

Nascido em Curitiba, PR, em 4 de fevereiro de 1961. Médico Veterinário pela Universidade Federal do Paraná em 1983, com Mestrado em Ciências da Pesca pela Universidade de Nagasaki (1987), Treinamento em Aquicultura pela Universidade de Auburn (1988), Especialização em Política e Estratégia pela Escola Superior de Guerra na Rio de Janeiro (1992) e Doutorado em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (2000). Trabalha desde 1987 na Divisão de Reservatório da Superintendência de Meio Ambiente da Itaipu Binacional, atuando no manejo e monitoramento da ictiofauna. Possui experiência em Ecologia de Reservatórios, com ênfase para ictiofauna, sistemas de transposição de peixes e monitoramento de espécies invasoras, com ênfase para *Limnoperna fortunei*. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/7422735612761243>

### 6.3 Autor: Helio Martins Fontes Junior



Nascido em São Paulo, capital, em 16 de abril de 1959. Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo em 1982 e Doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá em 2011. Trabalha desde 1987 na Superintendência de Meio Ambiente da Itaipu Binacional, onde desempenhou funções gerenciais e técnicas em projetos de conservação e manejo de fauna, flora e ecossistemas aquáticos. Possui experiência em diversas áreas da ecologia, com ênfase em ecologia de reservatórios, zoobentos, sistemas de transposição de peixes e migração de peixes. Currículo disponível em: <http://lattes.cnpq.br/6086501690195684>