

**Parecer Técnico**

**Reanálise das espécies para estudos no Programa de Investigação  
Genética da Ictiofauna**

**INTRODUÇÃO:**

Face às considerações e recomendações emanadas do IBAMA através do Parecer no 02001.000996-2016-44, uma nova análise da lista de espécies prioritárias para os estudos genéticos na UHE São Manoel (Programa de Investigação Genética da Ictiofauna) é elaborada. Esses estudos, são parte do Plano Básico Ambiental e visam atender diferentes objetivos, como explicitado abaixo. Nesse Parecer nos manifestamos em relação às prioridades, critérios e lista de espécies alvo, além de considerações acerca das recomendações apresentadas no documento do IBAMA.

**PRIORIDADE DE ESTUDOS:**

O papel da genética na conservação dos recursos naturais, explorados ou não, é enorme e vem sendo ampliado nos últimos anos. Os esforços para medir e manter os recursos genéticos em populações ameaçadas por alterações ambientais parecem tão importante quanto a busca pela manutenção do tamanho dessas populações. A viabilidade genética de populações fragmentadas por represamentos, por exemplo, tem no seu monitoramento e manejo uma ferramenta poderosa para mitigar os inconvenientes desse impacto sobre as perdas na variabilidade genética e da garantia de existência ao longo de gerações. A genética é também adequada para entender as relações filogenéticas entre as espécies e quantificar o quão próximos estão indivíduos, subpopulações e populações.

No caso específico da UHE São Manoel as prioridades do monitoramento genético podem ser identificadas em duas vertentes principais, ou seja (i) identificar, pelo exame de marcadores genéticos, se havia fluxo gênico entre populações ou estratos populacionais de mesma espécie que ocupavam os trechos a montante e a jusante das corredeiras de Sete Quedas, antes da formação do reservatório de Teles Pires, e (ii) avaliar o *status* genético das populações de espécies que ocupam o trecho abaixo dessa barreira natural. Esses dois interesses estão contemplados nos objetivos estabelecidos originalmente no Plano Básico Ambiental (Programa de Investigação Genética), ou seja “Analisar a estrutura genética e o padrão espacial da variabilidade genética utilizando técnicas de análises estatísticas apropriadas, bem como a relação entre a similaridade genética e as distâncias geográficas e ambientais; e, utilizar a avaliação da estrutura genética para estimar o fluxo gênico entre subpopulações”

Como mencionado em documento anterior, a maior urgência nos estudos genéticos nesse momento é o de identificar as espécies que antes da UHE Teles Pires ascendiam as corredeiras de Sete Quedas, ou seja aquelas para as quais o represamento significou perda do fluxo gênico ou fragmentação. A solução aos problemas da interrupção do fluxo gênico só pode ser obtida pelo restabelecimento desse fluxo, ou seja, através da passagem controlada de peixes para o estrato a montante, dado que a passagem de indivíduos de montante para jusante, de acordo com o observado em outros empreendimentos, embora eventual, é esperada. Assim, o aspecto mais relevante aqui considerado é a estimativa do nível de diferenciação genética entre os estratos populacionais abaixo e acima daquele obstáculo, identificando as espécies para as quais transposições controladas são necessárias. Por outro lado, essa definição é necessária para que facilidades na captura, representadas por obras de engenharia, possam ser adequadamente planejadas.

Em relação aos estudos que visam avaliar a qualidade genética das populações e a obtenção de subsídios a outras formas de manejo, creio que não tenham o mesmo grau de urgência. As respostas genéticas às alterações ambientais, incluindo a fragmentação de habitats (e populações) têm manifestação lenta e de difícil detecção inicial. Cita-se como exemplo os estudos genéticos conduzidos com populações de espécies migradoras localizadas abaixo e acima de barragens dos rios Tocantins (Tucuruí) e São Francisco (Sobradinho, Três Marias, Itaparica e Xingó), sem mecanismos de transposição (Marteleto, 2011). Esses estudos, realizados com amostras obtidas nos anos de 2007 e 2008 não revelaram estruturação genética decorrentes da fragmentação das populações por esses represamentos. O fato desses represamentos estarem com idades entre 13 e 45 anos, sugere que os efeitos genéticos podem demandar um tempo de pelo menos uma década para aparecer nas análises. Estudos similares realizados no rio Uruguai (barragem de Itá) mostram leve estruturação, porém não demonstra a ocorrência de deriva ou gargalo genético entre as populações isoladas durante sete anos (Iwersen, 2010). De qualquer maneira, qualquer que seja a prioridade, é esperado que as espécies que mais são afetadas pelos represamentos, ou seja, as migradoras terão seus graus de variabilidade genética identificados.

#### **O CONHECIMENTO ATUAL E SUAS LACUNAS**

Os estudos genéticos realizados anteriormente pela UHE Teles Pires (CHTP, 2013), tendo como base amostras de onze espécies (migradoras e não migradoras), permitiram concluir acerca da ocorrência ou não de fluxo gênico entre estratos populacionais a montante e jusante das corredeiras de Sete Quedas. Três espécies apresentaram alto nível de diferenciação genética, indicando ausência de troca gênica. Essas espécies eram migradoras de curta distância e pequeno porte (branquinha *Curimata inornata*), ou sedentárias como a pescada *Plagioscion squamosissimus* e o

pequeno caracídio *Melanocharacidium dispilomma*. Barreiras naturais que oferecem restrições aos deslocamentos de algumas espécies migradoras, certamente são barreiras eficientes para aquelas sedentárias. Isso foi constatado entre duas províncias ictiofaunísticas do rio Paraná, separadas por uma barreira homônima (Saltos de Sete Quedas) – Júlio Jr et al. (2009). Após a formação do reservatório de Itaipu, com o afogamento dessa barreira constatou-se a ascensão de mais de 30 espécies de peixes, todas sedentárias ou com curta migração (Júlio Jr et al., 2009).

Os estudos genéticos, mencionados no início desse tópico, mostraram que duas espécies apresentavam níveis de estruturação muito baixos, portanto com troca gênica entre as subpopulações que ocupavam os dois estratos separados pelas corredeiras. Isso demonstra de forma clara que essas espécies (já *Zungaro zungaro* e curimatã *Prochilodus nigricans*) conseguiram superar essa barreira, fato que foi corroborado com os dados de radiotelemetria, pelo menos para a primeira espécie. O fato da barragem da UHE Teles Pires, inicialmente, e a de São Manoel, posteriormente, serem barreiras intransponíveis para essas espécies cria a demanda pela transposição artificial. A questão maior é se apenas essas espécies eram capazes de transpor a barreira natural.

Dúvidas em relação à capacidade transpor o obstáculo natural são trazidas para ao menos outras duas espécies estudadas na ocasião e apresentadas em CHTP (2013). Essas espécies, reconhecidas como migradoras de moderada a longa distância, foram o pacu-prata *Myleus torquatus* e a pirapitinga *Brycon falcatus*, que apresentaram níveis de diferenciação moderados entre os estratos dos dois segmentos (montante e jusante). É possível que alguma similaridade genética entre os estratos populacionais a montante e a jusante das corredeiras, antes da formação do reservatório da UHE Teles Pires, decorresse da deriva de ovos e larvas a partir de locais de desova a montante. Isso, no entanto, deve ser comprovado, visto que se essa for a razão, essas espécies não deveriam ser transpostas de jusante para montante.

Em síntese pode ser assumido que, das espécies mencionadas acima, aquelas sedentárias ou migradoras de curta distância não devem ser objeto de transposição artificial para o trecho a montante. É esperado, além disso, que o menor “home range” dessas espécies torna menos provável a hipótese de que utilizasse algum habitat dos trechos a montante das corredeiras como crítico ao seu ciclo de vida. Para o já e a curimatã, por outro lado, não há necessidade de estudos genéticos adicionais para comprovar o fluxo gênico entre os trechos delimitados pela barreira. Portanto, a lacuna no conhecimento está em reconhecer entre as demais espécies migradoras e com importância na pesca, aquelas que apresentavam fluxo gênico entre subpopulações dos dois trechos considerados e que portanto demandariam facilidades para transposição.

---

**CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE ESPÉCIES:**

Pelo fato das novas análises realizadas como parte do Programa de Investigação Genética não incluir material biológico procedente do trecho a montante da barragem da UHE Teles Pires, nenhum dado ou nova informação foi suficientemente relevante para alterar os critérios estabelecidos anteriormente.

O primeiro critério para a seleção das espécies a serem avaliadas em relação ao fluxo gênico continua sendo a estratégia de migração de longa distância, dado que não é esperado que espécies com menor habilidade de deslocamentos possam superar esses obstáculos, como demonstrado em estudos anteriores.

O segundo aspecto relevante nessa seleção é o da espécie considerada não ter seus estratos populacionais a montante e a jusante classificados como de alto ou baixo nível de diferenciação genética em estudo anterior (CHTP, 2013). Para essas espécies não há dúvidas se ocorre ou não trocas gênicas entre os estratos considerados, sendo suas transposições necessárias ou vedadas, respectivamente. Ademais, durante a realização desses estudos, os graus de variabilidade genética das populações/subpopulações foram adequadamente avaliados. Mudanças no “status” genéticos dessas populações demanda décadas.

O terceiro aspecto a ser considerado é a ocorrência da espécie, tanto a montante como a jusante das corredeiras de Teles Pires, tendo como base levantamentos prévios na região.

Além desses aspectos, deve se considerar também o interesse da espécie para a pesca e/ou conservação. Em relação à pesca amadora ou esportiva, importantes na região, as espécies são, em sua maioria, migradoras de longa distância. Já para a conservação estão incluídas espécies ameaçadas de extinção, com destaque para as sedentárias.

Há que se considerar que algumas espécies migradoras de grande porte e aquelas ameaçadas de extinção podem, pela escassez, não permitir amostras suficientemente numerosas para a avaliação do fluxo gênico entre os estratos de interesse. Portanto, mesmo achando que o número de 45 indivíduos em cada estrato seria suficiente para a obtenção de resultados consistentes, não é esperado que ele seja conseguido para algumas espécies.

**ESPÉCIES RECOMENDADAS:**

O quadro abaixo mostra o resultado na aplicação desses critérios. Ele mostra as Informações utilizadas (critérios) e as espécies consideradas prioritárias para os estudos genéticos que visam subsidiar as decisões acerca da necessidade de transposição.

Como pode se observar, é dada prioridade na identificação de espécies migradoras que devam ser objeto de transposição, descontada aquelas cujo estudo já demonstra isso e permite uma avaliação do estado de conservação genética (jaú e curimatã).

Assim, os estudos genéticos, de acordo com nossa percepção, deverão ter como alvo as seguintes espécies: *Brycon falcatus*, *Myleus torquatus*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *Hemisorubim platyrinchos*, *Brycon pesu*, *Leporinus fasciatus* e *Leiarius marmoratus*. Cabe ressaltar que recentemente foi registrado um indivíduo da espécie *Colossoma macropomum* (tambaqui) na pesca experimental no trecho do rio Teles Pires acima da barragem da UHE Teles Pires. Entretanto, além do número restrito de exemplares há relatos de que essa espécie não ocorre naturalmente nesse rio, sendo sua presença decorrente de escapes em estações de piscicultura (Miguel Petrere Jr, comunicação pessoal). Dado o caráter restrito e esporádico das espécies consideradas ameaçadas de extinção, sugere-se que fragmentos de nadadeiras dessas espécies sejam obtidas e submetidas a análises genéticas periódicas até que um número suficiente delas permita concluir acerca do grau de conservação de suas populações.

Quadro apresentando os critérios para a seleção de espécies para estudos genéticos. (i) = estratégia reprodutiva (MLD=migradora de longa distancia; MCD=migradora de curta distância; NMIG=não migradora); (ii) = existência de informações acerca do nível de diferenciação genética entre os trechos a montante e a jusante (Alto=ausência de fluxo gênico; Baixo=existência de fluxo gênico; Moderado=fluxo esporádico ou unidirecional; nd=dados não disponíveis); (iii) = distribuição (M-J = montante e jusante das corredeiras de Sete Quedas; J = registrada apenas abaixo das corredeiras); (iv) = importância na pesca (+++=alta, ++=moderada, +=baixa); v = número de indivíduos com amostras de tecidos disponível). Fontes em vermelho indicam a razão da não classificação entre as prioritárias.

Espécie	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	PRIORIDADE
<i>Prochilodus nigricans</i>	MLD	BAIXA	M-J	++	15	0
<i>Zungaro zungaro</i>	MLD	BAIXA	M-J	+++	42	0
<i>Curimata inornata</i>	MCD	ALTA	M-J	++	7	0
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	NMIG	ALTA	M-J	++	1	0
<i>Cichla pinima</i>	NMIG	nd	M-J	+++	32	0
<i>Pinirampus pinirampu</i>	MLD	nd	J	++	22	0
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	MLD	nd	J	+++	46	0
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	MLD	nd	J	+++	8	0
<b><i>Brycon falcatus</i></b>	<b>MLD</b>	<b>MODERADO</b>	<b>M-J</b>	<b>+++</b>	<b>43</b>	<b>1</b>
<b><i>Myleus torquatus</i></b>	<b>MLD</b>	<b>MODERADO</b>	<b>M-J</b>	<b>++</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	MLD	nd	M-J	+++	12	3
<i>Hemisorubim platyrinchos</i>	MLD	nd	M-J	+++	5	4
<i>Brycon pesu</i>	MLD	nd	M-J	++	3	5
<i>Leporinus fasciatus</i>	MLD	nd	M-J	++	2	6
<i>Leiarius marmoratus</i>	MCD	nd	M-J	++	2	7
<i>Colossoma macropomum</i>	MLD	nd	M-J	+++	3	?
<i>Rhinopetitia potamorhachia</i> <sup>EN</sup>	NMIG	nd	M-J	+	0	?
<i>Scobinancistrus pariolispo</i> <sup>VU</sup>	NMIG	nd	M-J	+	0	?
<i>Harttia dissidens</i> <sup>VU</sup>	NMIG	nd	M-J	+	0	?

EN = espécies categorizada como em perigo de extinção (Port.445/2014 – MMA)

VU = espécies consideradas vulneráveis à extinção (Port. 445/2014 – MMA)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parecer no. 02001.000996-2016-44 – COHID-IBAMA acerca do contido no Relatório Semestral do Programa de Investigação Genética da Ictiofauna faz uma série de recomendações que, por relacionada aos termos do presente Parecer é discutido em seguida.

- 1. Em relação ao número de espécies a serem avaliadas pelo Programa, o documento relata que, embora o PBA fixe em seis, os resultados apresentados no relatório mostram uma demanda de nove espécie, recomendando esse número e as especificando. Ademais, recomenda incluir espécies não migradoras nesses estudos.**

Entre as nove espécies listadas no Parecer do IBAMA, cinco figuram entre as consideradas prioritárias em nosso documento. Nossa percepção é que os padrões de estrutura e *status* genéticos das espécies *Prochilodus nigricans* e *Zungaro zungaro* já foram suficientemente avaliados e devem ser monitorados a intervalos mais prolongados (10 anos, por exemplo). Duas outras espécies mencionadas no documento do IBAMA não figuram como recomendada nesse documento. Trata-se da pirarara *Phractocephalus hemiliopterus* e o barbado *Pirirampus pirinampu*, não registradas a montante, tanto nos levantamentos da UHE Teles Pires, como das UHEs Colider e Sinop, mais acima no rio Teles Pires. Espécies com ocorrência restrita aos trechos a jusante, especialmente as migradoras, não devem apresentar problemas genéticos em suas populações, como reflexo do barramento. Em relação à inclusão de espécies não migradoras, sou de parecer que essa deva se restringir às constantes na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção (Portaria 445/2014-MMA). Espécies migradoras com interesse na pesca são basicamente Perciformes (tucunarés e curvinas). Essas espécies são sedentárias e bem sucedidas na ocupação de reservatórios, devendo estar entre as dominantes no futuro reservatório.

- 2. Em relação ao aumento no tamanho amostral de 30 para até 90 indivíduos, sendo o mínimo estabelecido em 60 indivíduos. .**

Acho essa exigência perfeitamente pertinente, embora penso que esse mínimo era a meta inicial (30 a jusante e 30 a montante). A ampliação no tamanho amostral dará mais conforto a aplicação dos testes e às conclusões.

- 3. Em relação à comparação da estrutura genética de amostras obtidas a jusante e a montante das corredeiras de Sete Quedas.**

Creio que essa deva ser objeto de prioridade máxima nos estudos genéticos, ao menos atualmente. Certamente será muito difícil concluir algo acerca do fluxo gênico de uma dada espécie a partir de estudos conduzidos de forma desarticuladas e por laboratórios distintos. Recomenda-se fortemente que as análises genéticas de peixes oriundos dos dois segmentos sejam realizadas por apenas um laboratório. Na dificuldade de partilhar a tarefa, responsabilidades e os custos entre os dois empreendimentos hidrelétricos da região, sugere-se que as espécies prioritárias sejam divididas entre elas, de modo que cada espécie tenha sua análise global realizada com os mesmos métodos e reagentes.

- 4. Sobre o desenvolvimento de marcadores espécie-específico, quando inexistentes e a aplicação de metodologias de marcadores mitocondriais em caráter complementar.**

Embora a aceitação dessas recomendações deva ter implicações importantes no custo, não há dúvidas que com ela se dará mais consistências às conclusões.

**5. Sobre a integração dos resultados do Programa de Investigação Genética e os demais estudos realizados na região.**

Essa recomendação tem total pertinência. O diagnóstico das mudanças decorrentes do represamento, o planejamento de sua mitigação e as ações de manejo dos recursos naturais, em especial do pesqueiro, tem seu sucesso determinado pelo grau de intercâmbio de informação e dados ambientais entre as duas concessionárias.

**REFERÊNCIAS**

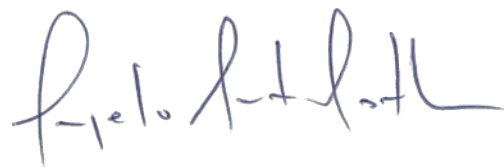
CHTP, 2013. *Programa de Investigação genética da ictiofauna da UHE Teles Pires*. Rio Teles Pires, Paranaíta/MT. 43p.

Iwersen, LHL. 2010. Diversidade genética de curimba *Prochilodus lineatus* (Pisces, Characiformes) na bacia do alto rio Uruguai, Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 76pp.

Julio Jr., H.F.; Dei Tos, C.; Agostinho, A.A.; Pavanelli, C.S. 2009. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. *Neotropical Ichthyology*, 7(4):709-718.

Marteleteo, F.M. 2011. Influência de barragens hidrelétricas sobre a estruturação genética de *Prochilodus* spp (Characiformes, Prochilodontidae) nas bacias hidrográficas do rio Tocantins e rio São Francisco. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 69pp.

Maringá, 13 de fevereiro de 2017



Angelo Antonio Agostinho, Dr  
CRBio 08440-07-D