

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

**GENÉTICA APLICADA NO ESTUDO DA CADEIA  
PRODUTIVA DE SERRASALMÍDEOS: IDENTIFICAÇÃO  
DE ESPÉCIES E HÍBRIDOS COMERCIALIZADOS**

**DIEGO GALETTI MARTINS**

**ORIENTADOR: Dr. FÁBIO PORTO-FORESTI**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Genética).

**Botucatu- SP**

**- 2017 -**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Martins, Diego Galetti.

Genética aplicada no estudo da cadeia produtiva de Serrasalmídeos : identificação de espécies e híbridos comercializados / Diego Galetti Martins. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

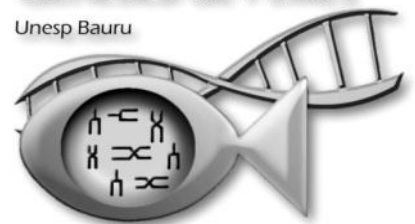
Orientador: Fábio Porto Foresti  
Capes: 20204000

1. Peixe - Identificação. 2. Peixe - Comércio. 3. Aquicultura. 4. Conservação biológica.

Palavras-chave: Aquicultura; Conservação biológica; Marcadores moleculares .



Laboratório de  
**Genética de Peixes**  
Unesp Bauru



*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”*

*(Arthur Schopenhauer)*

*Dedico este trabalho aos meus pais, João e Suzeley, pelo amor e apoio incondicionais, essenciais em minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

O meu agradecimento é dedicado às instituições e pessoas que contribuíram de algum modo para a concretização deste trabalho, em particular:

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio concedido.

A Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, campus Bauru e ao departamento de Ciências Biológicas, pelas condições oferecidas para a execução deste trabalho e pela contribuição para minha formação profissional.

Ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, ao Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas- Genética e a Seção de Pós-graduação do IBB, pela oportunidade.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), pelo suporte oferecido durante as coletas.

Ao Laboratório de Genética de Peixes (LAGENPE), por me acolher de braços abertos e permitir a realização deste trabalho.

Ao Professor e amigo Fábio Porto-Foresti, pela oportunidade oferecida. Obrigado pelos ensinamentos, apoio e principalmente por acreditar em mim!

Ao Professor Fausto Foresti, pelo exemplo de pessoa e pesquisador. Ao Professor Cláudio de Oliveira, por toda compreensão e ajuda durante esta etapa.

A amiga Fernanda Dotti do Prado, pelos valiosos ensinamentos desde minha iniciação científica até a etapa atual, pela paciência ao ensinar e por participar em grande parte da minha formação profissional.

Aos amigos Andrea Mourão e Thiago Davanso, pela amizade sincera, ajuda e apoio durante esta etapa.

Aos amigos Manolo Penitente e Sandro Daniel, que se mostraram disponíveis e solícitos em todos os momentos que precisei.

As amigas Aline Valentim, Bruna Mendonça e Maíce Ramos, pela ótima convivência, amizade e apoio.

Aos amigos Caio Goes, William Correia e Raul Oliveira, que sempre se fizeram solícitos.

A família LAGENPE: Fábio, Egberto, Manolo, Fernanda, Sandro, Andrea, Bruna, Aline, Maíce, Caio G., Caio F., Will, Raul, Vinícius e Caíque. Sem vocês, isso não seria possível.

Aos amigos de graduação, em especial: Gustavo, Bruno, Natália, Ingrid, Giulia e Débora, pela experiência de vida que compartilhamos e amizade cultivada.

Aos amigos de Descalvado: Leandro, Guilherme M., Jorge, Jonas, Fábio, André, Guilherme R., Victor, Leo, Osvaldo, Bruno, Felipe, Guilherme C., Arthur, Sinuhe, Lucas e Matheus. Obrigado por fazerem parte da minha vida.

A Natália, meu amor, minha parceira. Obrigado pelo carinho, companheirismo e apoio, fundamentais em minha vida. Te amo.

A minha falecida avó, Maria Martins, pelos anos de intensa convivência e amor. Obrigado pelos ensinamentos, jamais me esquecerei de você.

Aos familiares membros das famílias Galetti e Martins, por todo amor e incentivo em todas as etapas de minha vida. Obrigado por estarem sempre presentes.

A minha família, João, Suzeley e Jéssica, pelo amor incondicional e por sempre acreditarem no meu potencial. Minhas conquistas sempre serão dedicadas a vocês. Amo vocês.

**RESUMO**

O consumo per capita de proteína animal vem crescendo de forma significativa no Brasil e no mundo. Dentre as distintas fontes para este recurso, o pescado destaca-se como a mais comercializada mundialmente, com 167.2 milhões de toneladas produzidas em 2014. No Brasil, atualmente, a maior parcela do comércio de espécies de peixes continentais é proveniente de pisciculturas, tendo como prática comum a hibridação interespecífica. Dentre as espécies nativas mais utilizadas para os cruzamentos interespecíficos em cultivos brasileiros estão: *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Piaractus brachypomus* (pirapitinga), que juntamente a seus híbridos recíprocos, corresponderam a 39,2% da produção aquícola brasileira em 2015, com 190 mil toneladas produzidas. Entretanto, devido à dificuldade de diferenciação morfológica em relação às espécies puras, híbridos podem ser erroneamente manejados, ocasionando problemas para a produção, comércio e ambiente. Dentro deste contexto, o presente estudo objetivou a identificação molecular de exemplares comercializados em uma das maiores feiras atacadistas da América Latina, a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). O diagnóstico genético revelou que 75,9% das amostras analisadas não condiziam com a nomenclatura comercial utilizada durante a venda, havendo exemplares de diferentes linhagens híbridas na composição dos lotes. Além de presentes, os exemplares híbridos foram notados em altas frequências, havendo uma correspondência de 51,6% das amostras com indivíduos híbridos avançados e 25,2% de híbridos F1. A princípio, a venda trocada se mostra negativa por ferir a segurança do consumidor, mas a problemática toma maiores proporções quando são levantados os problemas ambientais e produtivos que estão envolvidos nesta prática, pois colocam em risco a sustentabilidade desta modalidade de produção e a conservação de espécies nativas brasileiras. Desta forma, os resultados obtidos poderão contribuir em adequações na legislação vigente para a cadeia produtiva do pescado, de modo a atender suas particularidades sem comprometer o desenvolvimento aquícola nacional.

Palavras-chave: Marcadores moleculares, Aquicultura, Conservação biológica



**ABSTRACT**

The per capita consumption of animal protein has been growing significantly in Brazil and in the world. Among the different sources for this resource, the fish stands out as the most commercialized in the world, with 167.2 million tons produced in 2014. In Brazil, currently the largest share of the trade in inland fish species comes from fish farms, with interspecific hybridization as a common practice. Among the native species most used for interspecific crosses in Brazilian crops are *Colossoma macropomum* (tambaqui), *Piaractus mesopotamicus* (pacu) e *Piaractus brachypomus* (pirapitinga), which together with their hybrids, corresponded to 39.2% of Brazilian aquaculture production in 2015, with 190 thousand tons produced. However, due to the difficulty of morphological differentiation in relation to the pure species, hybrids can be mistakenly handled, causing problems for production, trade and environment. In this context, the present study aimed the molecular identification of 364 specimens marketed in one of the largest wholesale fairs in Latin America, the Company of Warehouses and General Warehouses of São Paulo (CEAGESP). The genetic diagnosis revealed that 75.9% of the analyzed samples did not match the commercial nomenclature used during the sale, with different hybrid lines in the composition of the lots. Further existing, the hybrid specimens were noticed at high frequencies, with a correspondence of 51.6% of the samples with advanced hybrid individuals and 25.2% of F1 hybrids. At first, the sale exchanged proves negative because it hurts consumer safety, but the problem takes on greater proportions when the environmental and productive risks that are involved in this practice are considered, because they jeopardize the sustainability of this type of production and the conservation of Brazilian native species. In this way, the results obtained may contribute to adjustments in the current legislation for the fish production chain, in order to meet their particularities without compromising national aquaculture development.

Keywords: Molecular markers, Aquaculture, Biological conservation

**SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>01</b>
1.1 Produção e comércio de peixes no Brasil .....	01
1.1.1 Cadeia do Pescado e CEAGESP .....	02
1.2 Piscicultura e Peixes híbridos .....	05
1.3 Considerações sobre as espécies parentais e seus híbridos .....	09
1.4 Identificação molecular de híbridos .....	11
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Amostragem material biológico .....	15
3.2 Métodos .....	17
3.2.1 Extração de DNA .....	18
3.2.2 PCR-Multiplex .....	19
3.2.3 PCR RFLP .....	21
3.2.4 Análise estatística.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
4.1 Capítulo 1 – Comércio indiscriminado de Serrasalmídeos: uma ameaça para espécies nativas e produtividade da indústria aquícola.....	25
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>41</b>
<b>7 ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>
<b>8 APÊNDICES .....</b>	<b>.....</b>

# *INTRODUÇÃO*

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Produção e Comércio de Peixes no Brasil**

A demanda por proteína animal cresce de forma significativa tanto no Brasil como no mundo (Sidonio et al., 2012). Analisando os registros do início da década de 60, é notável um expressivo incremento no consumo per capita mundial deste recurso, variando de 23 kg em 1961 para 46,6 kg no ano de 2009 (Roppa, 2009). Dentre as distintas possibilidades de origem para a proteína animal, o pescado figura em primeiro lugar dentro do comércio mundial, com 167,2 milhões de toneladas produzidas em 2014, ofertando uma média mundial per capita de 20,1 kg (Sidonio et al., 2012; FAO, 2016).

Interpretando os dados da produção de pescado brasileiro do ano de 1950 a 2010 é notável que, até o ano de 1985, grande parcela do pescado nacional foi obtida pelo método de captura. A partir desta data é observada uma contínua regressão e estagnação nas taxas de pescado capturado, devido entre vários fatores, à degradação e poluição do ambiente aquático e à pressão pesqueira sobre os estoques naturais (Zaniboni, 1997; MPA, 2010). Segundo o relatório anual da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, publicado em 2016, até o ano de 2013 cerca de 90% dos estoques naturais de peixes foram explorados acima de seus limites sustentáveis, salientando a necessidade de novas alternativas para produção deste recurso. Por outro lado, paralelo a esse evento houve um intenso incentivo ao desenvolvimento da aquicultura brasileira, que surge como uma saída para minimizar o impacto da pesca extrativa, com registros no período de 2009-2011 indicando um crescimento de 51,2% da atividade (MPA, 2010 e 2011). No ano de 2011, a produção aquícola continental e marinha, representou 44% do produto nacional, com 628.704 toneladas (MPA, 2011).

Dados recentes ressaltam o contínuo crescimento no setor, quando foram produzidas 691.331 toneladas em 2015, com valor total equivalente a R\$ 4,39 bilhões (IBGE, 2015). Assim, seguindo a tendência mundial de aumento da participação da aquicultura em relação à produção do pescado (FAO, 2016).

Apesar dos esforços realizados para incentivar a produção aquícola brasileira e do aumento significativo neste setor, a balança comercial nacional do pescado ainda é deficitária, havendo registros oficiais em 2011, no valor de -US\$ 991 milhões (MPA, 2011) e recentemente atingindo a marca de aproximados -US\$ 1,2 bilhão em 2015 (SEAFOODBRASIL, 2015), fato que explicita a necessidade de melhorias e avanços na cadeia produtiva de pescado nacional.

### **1.1.1 Cadeia Produtiva de Pescado e CEAGESP**

Segundo Suplicy (2007) a piscicultura continental brasileira pode ser compreendida por duas seções complementares, a produção de juvenis e o cultivo de peixes, onde apenas uma minoria dos cultivadores é responsável pela produção de seus próprios juvenis. Após o período de engorda, quando são alcançados os padrões exigidos pela indústria, é realizada a despesca e conseguinte abastecimento dos intermediários, que variam de grandes frigoríficos a entrepostos que atendem o mercado atacadista e varejista (Sidonio et al., 2012). Ao final da cadeia produtiva do pescado (Figura 1), o consumidor final tem acesso a produtos processados, congelados ou resfriados, de acordo com o destino tomado pela mercadoria após os intermediários (Sidonio et al., 2012).



**Figura 1:** Esquema geral da cadeia produtiva do pescado aquícola.

Recentemente alguns autores detectaram falhas que colocam em risco a produtividade e a segurança alimentar dentro da cadeia produtiva contextualizada. Segundo Hashimoto et al. (2011), em uma análise molecular de estoques comerciais de peixes representantes dos gêneros *Piaractus* e *Colossoma*, da família *Serrasalminidae*, foram identificados indivíduos híbridos em proporções superiores às espécies parentais cultivadas, constatação alarmante para a eficiência produtiva dos cultivos, cuja importância será discutida adiante, no tópico **1.2**. Indo além, referente à segurança alimentar também foi notado por diversos trabalhos a ocorrência do “*mislabeled*”, que significa rotulagem errada ou substituição de mercadoria (Carvalho et al., 2011; Lobo et al., 2014). Segundo Carvalho et al. (2011), que analisou através da técnica de *DNA Barcode* amostras processadas de pescado, foi identificada a substituição das espécies rotuladas por amostras de diferentes gêneros. Este dado também pode ser extrapolado para a temática do presente estudo, pois aponta e chama atenção para mais uma problemática pertinente à cadeia produtiva de pescado.

Conforme citado anteriormente, após o período de engorda é realizada a despesca, seguida do abastecimento dos intermediários (Sidonio et al., 2012), segmento

em que se enquadra a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) onde será o foco das análises do presente trabalho.

A Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) foi fundada no ano de 1969, sendo considerada uma das maiores feiras atacadistas de pescado da América Latina. Atualmente é responsável pelo comércio diário de 200 t de pescado, com um rol de 97 espécies comercializadas e um total de 81 permissionários de distintas regiões brasileiras (CEAGESP, 2016). Devido à sua expressividade, tornou-se um canal para a distribuição da produção regional e estrangeira, assim como um ponto de encontro entre produtores e comerciantes. Dentre o montante comercializado pelo entreposto, no setor do pescado, 90% é constituído por espécies marinhas, com destaque para a sardinha, corvina e pescada (CEAGESP, 2016).

Apesar da aparente inexpressividade na comercialização de espécies dulcícolas, grupos de grande importância econômica como as tilápias e representantes da família Serrasalmidae figuram entre a porção dos peixes continentais comercializados (CEAGESP, 2016). Para a contabilização do comércio, os representantes da família Serrasalmidae, assim como seus híbridos, são listados unificadamente como “pacu”. Este grupo obteve um notável incremento em relação ao volume anual comercializado dentro do entreposto no quinquênio 2010-2014, onde foram negociados 145 e 439 toneladas respectivamente, representando um crescimento superior à 300% (Seção de Economia e Desenvolvimento – SEDES, 2015). Outro fato importante dentro deste contexto é a procedência dos exemplares dulcícolas negociados nos galpões do entreposto de pescado, onde destacam-se regiões diretamente ligadas à atividade aquícola, como: Almas (TO); Nossa Senhora do Livramento (MT); Itaporã (MS) e Presidente Epitácio (SP), fato que endossa o recente crescimento e importância da aquicultura na economia brasileira (SEDES, 2015).

## **1.2 Piscicultura e Peixes Híbridos**

Observando os dados da aquicultura mundial referente ao período entre os anos 1970 e 2008, é notável uma forte taxa de crescimento, atingindo uma média de 8,3% ao ano, marcando este setor como o mais crescente dentre os grupos animais destinados à alimentação (FAO, 2010). Em 2014, a aquicultura mundial foi responsável pela produção de 73,8 milhões de toneladas, com valor estimado em US\$ 160,2 bilhões (FAO, 2016). Por definição, a aquicultura é compreendida como o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais ocorre, ao menos parcialmente, em ambiente aquático (MPA, 2010). Esta prática pode ser utilizada tanto para a produção de organismos marinhos quanto continentais, permitindo a criação em cativeiro ou confinamento de variados grupos de interesse, como por exemplo: a carcinicultura, que diz respeito à criação de camarões em viveiros, ou a piscicultura, referente à produção de peixes (SEBRAE, 2007).

A piscicultura é responsável pela maior fração da aquicultura, havendo registros em 1998 de uma correspondência de 98% dos cultivos mundiais à modalidade, com produção de 17 milhões de toneladas de peixes continentais (FAO, 2000). Segundo o relatório publicado em 2016 pela mesma Organização, no ano de 2014, a piscicultura representou 67,5% do produto dos sistemas de cultivo mundiais, com produção de 49,8 milhões de toneladas. Recentemente no Brasil, em 2015, essa representatividade da piscicultura perante a aquicultura também foi alta, atingindo 69,9% e alcançando a marca de 483,2 mil toneladas produzidas (IBGE, 2015).

Perante esta realidade expansionista, surgem cada vez mais técnicas e metodologias com intuito de maximizar a produtividade das pisciculturas e conseqüentemente suprir a crescente demanda. Desde a década de 80 a genética contribui com projetos de cultivo de peixes, fomentando-os com metodologias como a



seleção, endogamia e hibridação (Foresti, 2000; Hulata, 2001; Porto-Foresti, 2004). Uma das práticas amplamente empregadas por piscicultores em seus cultivos é a hibridação interespecífica (Toledo-Filho et al., 1994, 1998; Gomes et al., 2010; Porto-Foresti et al., 2011). Esta aplicação consiste no cruzamento de indivíduos de espécies distintas, gerando um organismo com material genético misto, diferente de ambos parentais (Mayr, 1963).

A produção artificial de híbridos interespecíficos em pisciculturas objetiva o ganho de características zootécnicas desejáveis à produção, além de buscar desempenhos específicos melhores em relação às espécies parentais puras, denominado “vigor híbrido” (Bartley et al., 2001). O mesmo autor, em uma revisão sobre os resultados alcançados pela hibridação interespecífica artificial, cita características como o aumento da taxa de crescimento, resistência a doenças, maior tolerância a variações climáticas e melhor qualidade da carne, concluindo, do ponto de vista comercial, de forma favorável à produção de determinados híbridos. Ademais, há relatos de produtores evidenciando maior docilidade e facilidade da tomada de alimento nas fases iniciais de desenvolvimento para determinado grupo de bagres (Carvalho et al., 2008), além de melhorias em características como domínio do ambiente, capacidade de captura alimentar e aumento no brilho e intensidade da coloração para híbridos interespecíficos do gênero *Lepomis* (Gomes et al., 2010).

Segundo Porto-Foresti et al. (2008), os possíveis produtos híbridos com viabilidade de produção, a partir de espécies neotropicais brasileiras, estão listados na tabela 1. Apesar dos possíveis ganhos permitidos pela hibridação interespecífica artificial, graves problemas podem ser gerados pela má execução e manejo indevido nos projetos de cultivo (Toledo-Filho et al., 1994).

**Tabela 1-** Produtos híbridos interespecíficos entre espécies neotropicais com possibilidade de produção artificial em pisciculturas brasileiras.

Parental Fêmea	Parental Macho	Produto Híbrido
Tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	“Tambacu”
Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	Tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	“Paqui”
Tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	Pirapitinga <i>Piaractus brachypomus</i>	“Tambatinga”
Pirapitinga <i>Piaractus brachypomus</i>	Tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	“Pirambaqui”
Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	Pirapitinga <i>Piaractus brachypomus</i>	“Patinga” ou “Papi”
Pirapitinga <i>Piaractus brachypomus</i>	Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	“Pirapicu”
Piaçu <i>Leporinus macrocephalus</i>	Piapara <i>Leporinus elongatus</i>	“Piaupara”
Piapara <i>Leporinus elongatus</i>	Piaçu <i>Leporinus macrocephalus</i>	“Piapaçu”
Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Cachara <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	“Pintachara”
Cachara <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	“Cachapinta”
Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Jurupoca <i>Hemiosorubim platyrhynchos</i>	“Pintajuru”
Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Pirarara <i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	“Pintapira”
Cachara <i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	Pirarara <i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	“Cachapira”
Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Jandiá <i>Leiarius marmoratus</i>	“Pintadiá”
Jandiá <i>Leiarius marmoratus</i>	Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	“Janditado”
Matrinxã <i>Brycon amazonicus</i>	Piracanjuba <i>Brycon orbignyanus</i>	“Matrinjuba”
Piracanjuba <i>Brycon orbignyanus</i>	Matrinxã <i>Brycon amazonicus</i>	“Piracaxã”

De forma geral, os problemas envolvendo híbridos em estoques cultivados são causados pela grande semelhança desses indivíduos com seus parentais puros, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento (Allendorf et al., 2001), ocasionando misturas e por consequência gerando plantéis reprodutores heterogêneos,

comprometendo a integridade e desempenho do cultivo pela contaminação e introgressão genética, que por sua vez, pode ser responsável pela perda de características desejáveis à produção, além de poder contribuir para o aumento da taxa de mortalidade das linhagens produzidas (Mia et al., 2005; Hashimoto et al., 2013).

A ocorrência de indivíduos híbridos em estoques reprodutores de sistemas de cultivo já foi evidenciada e documentada para diversos grupos, em variadas localidades: entre espécies de carpa na China (Mia et al., 2005), além de peixes redondos e bagres no Brasil (Hashimoto et al., 2011, 2013, 2014, 2016; Porto-Foresti et al., 2013). Além dos riscos relacionados às questões de produtividade, não menos importante mostram-se os impactos causados pela introdução desses organismos híbridos em estoques selvagens. O transbordamento e esvaziamento dos tanques de produção durante o manejo, além dos usuais “pesque-pague” são os principais meios de introdução de espécies exóticas pelos sistemas de cultivo (Orsi e Agostinho, 1999; Hashimoto et al., 2011, 2012; Prado et al., 2012). A complexidade para prever a forma como a introdução desses organismos híbridos impactará o ambiente selvagem é enorme (Ferguson e Thorpe, 1991). Em uma abordagem genético-ecológica, é essencial a determinação do grau de fertilidade apresentada pelos organismos em questão, pois os efeitos danosos decorrentes à contaminação genética aumentam de forma proporcional à fertilidade dos indivíduos envolvidos, tendo em vista que espécimes férteis poderão reproduzir com seus respectivos parentais e intensificar eventos como a introgressão e extinção genética (Toledo-Filho et al., 1994; Prado et al., 2012, 2016; Vaini et al., 2014).

Ademais, a atual forma de produção e venda de híbridos por pisciculturas, sem um efetivo monitoramento, chama atenção para os possíveis prejuízos decorrentes, caracterizando muitas vezes a venda trocada ou fraudulenta, lesando desde pequenos

consumidores até grandes piscicultores que estarão adquirindo matrizes não certificadas (Gomes et al., 2010; Porto-Foresti et al., 2013; Hashimoto et al., 2016).

### 1.3 Considerações sobre as Espécies Parentais e seus Híbridos

O táxon Serrasalminae é uma subfamília de peixes que compreende cerca de 80 espécies em 15 gêneros (Jégu, 2003). Esse grupo de peixes neotropicais atualmente é classificado a nível de família, denominada Serrasalmidae (Mirande, 2010), sendo popularmente conhecidos como Peixes Redondos (Suplicy, 2007). A abrangência desta família inclui indivíduos de grande interesse comercial como: pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), pirapitinga (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818) e tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818), que economicamente, representam à maior porção de peixes nativos produzidos pela aquicultura continental brasileira, sendo considerados alimentos de alta qualidade e relacionados ao incremento no consumo de pescado no Brasil (IBAMA, 2007; Suplicy, 2007). Se somados os valores referentes à produção das três espécies citadas acima com seus híbridos, no ano de 2011, a correspondência em relação à produção total da aquicultura continental brasileira foi de 37,97%, com 206.776 toneladas produzidas (MPA, 2011). Já em 2015, a correlação do referido grupo em comparação à produção aquícola continental brasileira também foi alta, com equivalência de 39,2% do produto nacional (IBGE, 2015).

Se analisados separadamente, *C. macropomum* é a espécie nativa brasileira mais produzida, com 115.318 toneladas comercializadas em 2011 (MPA, 2011) e recentemente totalizou a quantia de 135.860 toneladas em 2015 (IBGE, 2015). A hibridação interespecífica é uma prática muito comum em pisciculturas brasileiras (Porto-Foresti et al., 2010; Gomes et al., 2010), mas de forma especial em cultivos voltados à produção de peixes redondos. No ano de 2011, o híbrido interespecífico

tambacu, originado a partir do cruzamento da fêmea de *C. macropomum* com macho *P. mesopotamicus*, foi responsável por 9,1% de toda produção aquícola continental brasileira, com 49.818 toneladas. Este dado torna-se ainda mais relevante quando comparado à produção de espécies nativas brasileiras, como *P. mesopotamicus* e *P. brachypomus*, com respectivas 21.689 e 9.858 toneladas produzidas no ano (MPA, 2011). O tambacu se popularizou no Brasil devido a união da robustez do tambaqui com a resistência às baixas temperaturas do pacu, além de possuir taxa de crescimento superior em relação a seus parentais, o que facilitou a difusão deste cultivo por grande parte do país (Calcagnotto et al., 1999; Porto-Foresti et al., 2008; Hashimoto et al., 2012). Em relação à viabilidade reprodutiva do híbrido, já foi identificada fertilidade para os indivíduos machos, que podem retrocruzar com seu parental pacu (Hashimoto et al., 2012).

Outro híbrido que figura em destaque no cenário aquícola brasileiro é o tambatinga. Obtido através do cruzamento da fêmea *C. macropomum* com *P. brachypomus*, já constava na estatística pesqueira com produção superior ao parental pirapitinga desde o ano de 2007 (IBAMA, 2007) e mais recentemente, em 2011, atingiu a marca das 14.326,4 toneladas produzidas (MPA, 2011). As características de cultivo deste híbrido indicam melhores taxas de crescimento e produtividade que seus parentais, com suas exemplares fêmeas apresentando fertilidade (Martino et al., 2002; Porto-Foresti et al., 2010; Hashimoto et al., 2012).

Por fim, um híbrido interespecífico entre serrasalmídeos que também merece evidência é o patinga. Este híbrido, resultante do cruzamento entre a fêmea *P. mesopotamicus* e o macho *P. brachypomus*, apesar de não constar nos registros estatísticos de pescado brasileiro, está cada vez mais ganhando espaço e se popularizando entre os produtores (Hashimoto et al., 2012). Segundo informações de

piscicultores, o híbrido possui carne de alta qualidade e crescimento mais acelerado que seus parentais e outros híbridos (Hashimoto et al., 2011, 2012). Indo além, dados genético-moleculares corroboram à fertilidade das fêmeas deste híbrido, com ocorrência de gerações híbridas pós-F1, indicando a necessidade de maiores esforços para o estudo da viabilidade de produção e possíveis medidas de segurança durante a criação e manejo (Hashimoto et al., 2012).

#### **1.4 Identificação Molecular de Híbridos em peixes**

A identificação precisa das espécies parentais e seus respectivos híbridos é um estágio essencial para o desenvolvimento de projetos de cultivo envolvendo organismos resultantes de cruzamentos interespecíficos (Porto-Foresti et al., 2010, 2013). A realização desta etapa fornece informações necessárias para execução adequada do manejo destes animais, evitando a contaminação dos estoques cultivados, reduzindo a ocorrência de escapes e possíveis danos genético-ecológicos (Toledo-Filho et al., 1994). Assim, o monitoramento genético dos organismos resultantes dos processos de hibridação consiste no emprego de metodologias capazes de gerar características diagnósticas para a identificação eficaz de exemplares híbridos e parentais (Toledo-Filho et al., 1994; Porto-Foresti et al., 2010).

De forma sucinta, as metodologias propostas para diagnosticar eventos de hibridação em peixes utilizam parâmetros morfológicos e genéticos (Prado et al., 2011). Contudo, o fato de muitos híbridos F1, e principalmente os pós-F1, apresentarem um mosaico de fenótipos parentais, torna a aplicação de dados exclusivamente merísticos duvidosa (Toledo-Filho et al., 1994). O avanço e crescimento das técnicas genéticas aplicáveis para estudos envolvendo hibridação possibilitam a identificação segura tanto das espécies parentais quanto das linhagens híbridas, permitindo a documentação de

casos de hibridação e introgressão genética em ambientes naturais (Hashimoto et al., 2012; Prado et al., 2012). Dentre a gama de metodologias genéticas disponíveis estão os métodos citogenéticos (baseados na morfologia e estrutura cromossômica), genético-bioquímicos (que utiliza alozimas e isozimas) e genético-moleculares (análise de regiões específicas do DNA nuclear e mitocondrial) (Porto-Foresti et al., 2008).

Desde o final da década de 1960, os marcadores moleculares vêm contribuindo amplamente com estudos voltados à detecção da diversidade biológica (Gomes et al., 2010). Segundo Liu e Cordes (2004), a variedade de marcadores moleculares aplicáveis à aquicultura inclui as isoenzimas, AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), microssatélites, SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) e EST (*Expressed Sequence Tag*). De forma geral, esses marcadores fornecem informação para análises de variabilidade genética e endogamia; identificação de espécies ou linhagens; estudos populacionais e construção de mapas de ligação (Liu e Cordes, 2004).

A metodologia de PCR-RFLP (*Polymerase Chain Reaction- Restriction Fragment Length Polymorphism*), que consiste na análise dos produtos de diferente peso molecular através da aplicação de enzimas de restrição sobre os amplificados gênicos de estudo, é considerada de alto valor informativo e sensibilidade, sendo fortemente recomendada para a identificação espécie-específica (Chieng-Hung et al., 2012). Sua eficácia já foi comprovada em diversos estudos de identificação de linhagens parentais e híbridas em peixes (Hashimoto et al., 2011, 2013; Porto-Foresti et al., 2013; Prado et al., 2011, 2012), além de demonstrar alta especificidade, sendo capaz de diagnosticar a presença de carne bovina junto a carne bubalina em adulterações fraudulentas comerciais, nas quais a concentração da primeira chegava a 1% (Teixeira et al., 2015).

Outra metodologia, também considerada eficaz na diferenciação interespecífica, é a PCR-Multiplex (*Polymerase Chain Reaction-Multiplex*), que através da utilização de “*primers*” espécie-específicos para um locus singular, permite a realização simultânea de mais de uma reação de PCR, caracterizando a praticidade para execução, eficiência e relativa economia na identificação e diferenciação de híbridos (Hashimoto et al., 2011; Prado et al., 2011; Porto-Foresti et al., 2012, 2013; Lobo et al., 2014).

Os SNPs, polimorfismos baseados na substituição pontual de um nucleotídeo, possuem ocorrência abundante e fornecem uma ampla cobertura do genoma, explicando o grande número de marcadores possivelmente obtidos com a técnica (Vignal et al., 2002), demonstrando grande eficiência na diferenciação interespecífica e populacional (Willians et al., 2010).

Para a aplicação satisfatória das metodologias citadas é de grande valia a utilização de genes nucleares e mitocondriais em conjunto, pois são considerados essenciais na detecção de eventos de hibridação, em especial, na identificação de híbridos recíprocos (Toledo-Filho et al., 1994). O DNA mitocondrial por ser herdado de forma uniparental, maternal, permite um melhor entendimento do evento da hibridação, respondendo de forma conjunta ao DNA nuclear sobre a origem do referido processo (Porto-Foresti et al., 2010, 2012, 2013).



# *OBJETIVOS*

## 2 OBJETIVOS

Considerando a expressividade e importância econômica da produção de peixes no Brasil, somadas aos riscos ecológico-ambientais e produtivo-comerciais envolvidos na produção, manejo e comércio de peixes híbridos, o presente estudo objetivou de forma geral a identificação molecular de exemplares das espécies *Piaractus mesopotamicus*, *P. brachypomus*, *Colossoma macropomum* e seus respectivos híbridos, coletados em bancas de venda de pescado, da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), a fim de contribuir com a sustentabilidade do atual panorama da cadeia produtiva de peixes no país. Para isso, o atual projeto tem por objetivos específicos:

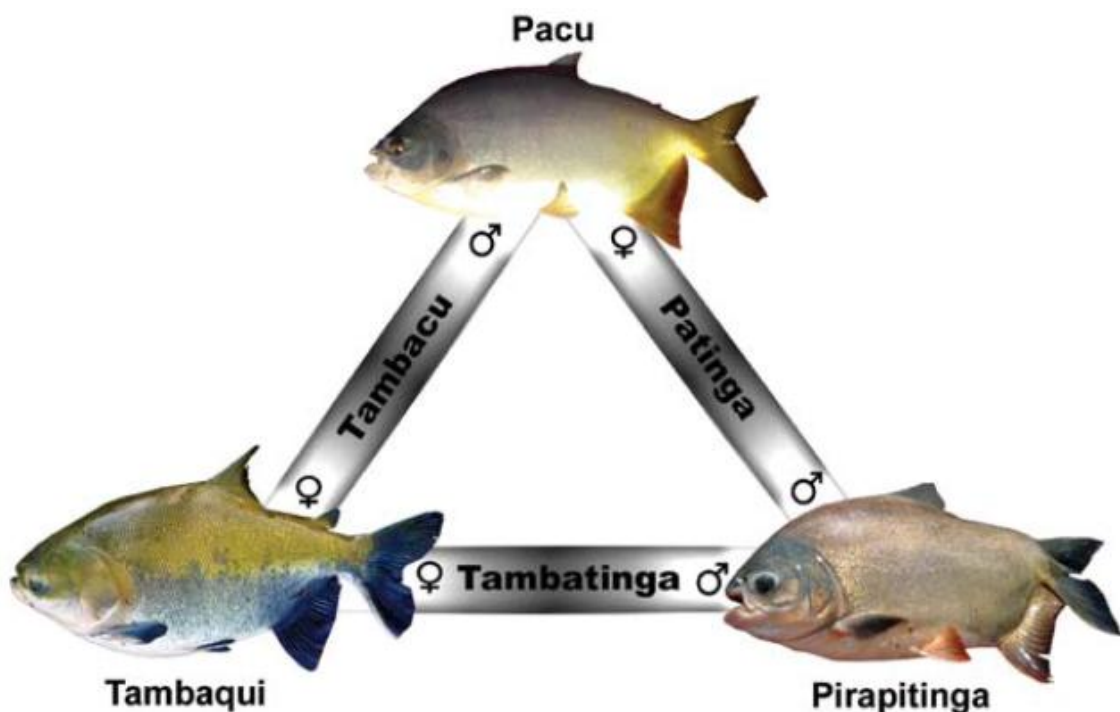
- 1) aplicar marcadores moleculares que possibilitem a identificação e discriminação dos parentais puros e híbridos interespecíficos;
- 2) relacionar os resultados obtidos com dados da cadeia produtiva de peixes;
- 3) colaborar com dados essenciais para formulação de planos de cultivo e comercialização do pescado no Brasil.

*MATERIAL E  
MÉTODOS*

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Amostragem de Material Biológico

Os exemplares das espécies *Piaractus mesopotamicus*, *P. brachypomus* e *Colossoma macropomum*, além de seus híbridos (Figura 2), foram coletados na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, na cidade de São Paulo (Figura 3), em colaboração com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As amostragens foram realizadas durante o mês de novembro de 2015 e fevereiro de 2016. Para a formação do banco de tecidos foram retirados fragmentos de nadadeira de cada exemplar, os quais receberam tratamento com etanol absoluto e posteriormente foram submetidos a refrigeração, para devida fixação.



**Figura 2-** Esquema ilustrativo das espécies parentais e principais híbridos interespecíficos resultantes. *P. mesopotamicus* (Pacu); *P. brachypomus* (Pirapitinga); *C. macropomum* (Tambaqui). Retirado de Porto-Foresti et al. (2011)



**Figura 3-** Coleta de amostras no CEAGESP- São Paulo. Galpão do entreposto destinado ao comércio de pescado (a e a') e bancas amostradas (b e b').

Durante a amostragem, foram abordadas as bancas dos permissionários responsáveis pelo comércio das espécies de interesse para o estudo, totalizando 9 bancas amostradas em uma primeira etapa de coleta, com número de 238 amostras e 6 bancas abordadas em uma segunda etapa, somando 126 amostras e totalizando 364 indivíduos amostrados (Tabela 2). No decorrer da coleta foi levantada a identificação utilizada para o comércio dos exemplares, dado que posteriormente foi confrontado com o diagnóstico molecular dos mesmos.

**Tabela 2-** Período de coleta, identificação por permissionário amostrado, identificação comercial e número de amostras coletadas.

Coleta CEAGESP	Permissionário	Identificação Comercial	Amostras
Novembro – 2015	Banca 1	“Mistura”	40
	Banca 2	Tambaqui	38
	Banca 3	“Mistura”	22
	Banca 4	Tambaqui	36
	Banca 5	Pacu	27
	Banca 6	Pacu	8
	Banca 7	Pacu	36
	Banca 8	Pacu	25
	Banca 9	Pacu	6
Fevereiro – 2016	Banca 10	Tambaqui	26
	Banca 11	Pacu	23
	Banca 12	Pacu	15
	Banca 13	Pacu	26
	Banca 14	Pacu	19
	Banca 15	Pacu	27
Total			364

### 3.2 Métodos

Para a realização da análise molecular foi utilizado o kit comercial (“Wizard Genomic DNA Purification Kit”-Promega) durante a etapa de extração do DNA genômico total, que ocorreu a partir das amostras de nadadeiras coletadas. Para isso, houve modificações no protocolo estabelecido pelo Kit. Posteriormente, foram aplicadas as técnicas de PCR-Multiplex e PCR-RFLP, que permitiram o diagnóstico molecular das linhagens híbridas e parentais através dos marcadores nucleares  $\alpha$ -tropomiosina (TROP), apolipoproteína C-I (*apolipoprotein C-I like* –APOC) e inibidor anti-enzima (*antizyme inhibitor* –AZIN), além do marcador mitocondrial Citocromo b (*cytochrome b* -CYTB). O resultado obtido para o conjunto de marcadores foi empregado para inferir a fração do genoma dos indivíduos herdada de cada uma das espécies parentais, através do programa *STRUCTURE* (Pritchard et al., 2000), permitindo a classificação dos exemplares analisados nas diferentes categorias híbridas: híbrido avançado (resultante de sucessivos cruzamentos interespecíficos), híbrido F1 (primeira geração de um cruzamento interespecífico) e híbrido retrocruzado

(subcategoria de híbrido avançado, produto do cruzamento entre um híbrido F1 e uma espécie parental).

### 3.2.1 Extração de DNA

Para a realização da extração do DNA genômico total dos exemplares coletados foi utilizado o kit comercial “Wizard Genomic DNA Purification Kit” (Promega), seguindo o protocolo de extração abaixo:

#### Protocolo extração de DNA

- 1) numerar duas séries de tubos de microcentrífuga (1,5 ml);
- 2) retirar um pequeno pedaço de tecido, adicionar aos tubos de microcentrífuga e levar à estufa por aproximados 10 minutos;
- 3) adicionar 300µl de *Nuclei lysis Solution* ao tecido;
- 4) adicionar 6µl de *Proteinase k* e utilizar o vórtex;
- 5) levar a solução ao banho-maria a 60°C por aproximadamente 2 horas;
- 6) retirar do banho-maria e esperar até que as amostras estejam em temperatura ambiente;
- 7) adicionar 2,5µl de RNase e levar ao banho a 37°C por 30 minutos;
- 8) retirar do banho-maria e esperar até que as amostras estejam em temperatura ambiente;
- 9) adicionar 200µl de *Protein Precipitation Solution* e misturar;
- 10) levar ao freezer a -80°C por 10 minutos;
- 11) centrifugar por 4 minutos a 13.000rpm;
- 12) transferir o sobrenadante para a segunda série de tubos de microcentrífuga contendo 600µl de Isopropanol e misturar por inversão;

- 13) centrifugar por 4 minutos a 13.000rpm e descartar o sobrenadante;
- 14) adicionar 600µl de etanol 70% e centrifugar por 4 minutos a 13.000rpm;
- 15) descartar o sobrenadante e deixar secar em temperatura ambiente *overnight*;
- 16) adicionar 35µl de *DNA Rehydration Solution* por 12 horas em temperatura ambiente.

Após a realização do protocolo de extração foram analisadas a integridade e quantidade das amostras de DNA através da eletroforese em gel de agarose 1% corado com *Nancy-520 DNA* (0,025µl/ml), visualizadas em transiluminador, sob luz ultravioleta. A análise deu-se pela comparação direta com o marcador padrão *ladder* Low DNA Mass Ladder (Invitrogen), de peso molecular e concentração conhecidos.

### 3.2.2 PCR-Multiplex

Para a identificação das espécies parentais e seus híbridos através da técnica de PCR-Multiplex, foram selecionados os marcadores SNPs do genoma nuclear: TROP, AZIN e APOC. Para isso, os *primers* espécie-específicos de cada marcador (Tabela 3) foram colocados na mesma reação. As reações foram realizadas em termociclador *Mastercycler personal* (Eppendorf), sob uma concentração de aproximadamente 150µM de cada dNTP, MgCl<sub>2</sub> 1,5mM, tampão da *Taq* 1X, 0,5U de *Taq polymerase* (Invitrogen), 0,1 a 0,4µM de cada *primer* e 10-50ng de DNA genômico, com volume final de 25µl. As condições empregadas para esta prática estão descritas na tabela 4, enquanto os tamanhos dos fragmentos diagnósticos obtidos para cada espécie estão discriminados na tabela 5 e expostos na figura 4.



**Tabela 3-** Primers espécie-específicos e universais utilizados para amplificação dos marcadores. *Pm*: *P. mesopotamicus*, *Pb*: *P. brachypomus*, *Cm*: *C. macropomum*, Serra: Serrasalmidae, *F*: Forward, *R*: Reverse.

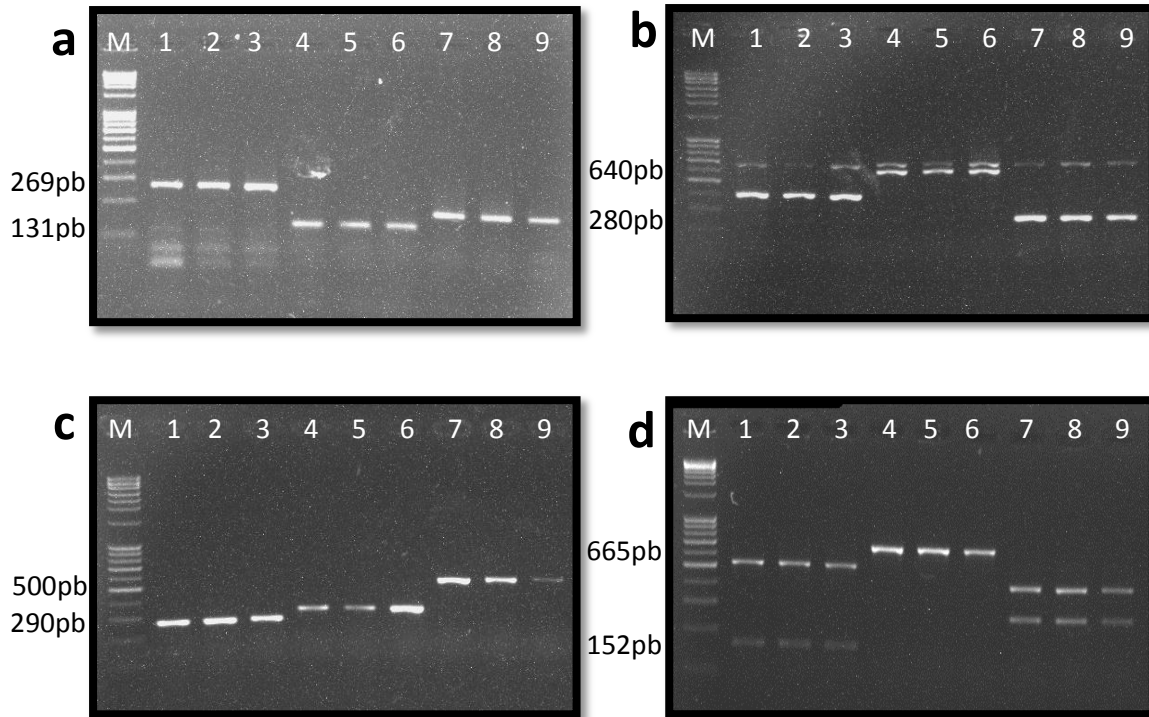
Primer	Sequência do primer	Referência
Trop Pm R	5'- CTTCAGCTGGATCTCCTGA -3'	Hashimoto et al. (2011)
Trop Pb R	5'- TTGACTTTATGCCACACAAAT -3'	
Trop Cm R	5'- ATACAACAATGCCATCGCT -3'	
Trop Serra F	5'- GAGTTGGATCGGGCTCAG -3'	
Apoc Pm F	5'- AGAAGCTGGAAGAGAGCGAGC -3'	Mourão <i>in prep.</i>
Apoc Pb R	5'- TTAACTTACTCATCTGCTCATTGAT -3'	
Apoc Cm R	5'- TCGGACAGATCCTTTCCCAA -3'	
Apoc Serra F	5'- CGCTGATGCTCGTGCTTCTT -3'	
Apoc Serra R	5'- AATGAGGCGTAGCAATATCACA -3'	
Azin Pm R	5'- TGGCCTCCTCTGTCTGAGCTA -3'	Mourão <i>in prep.</i>
Azin Pb R	5'- TTTCCATAAGGTGCCTGCAGT -3'	
Azin Cm R	5'- CATATCAAATACACAACGGGCG -3'	
Azin Sera F	5'- CCCTGAGAACATCATCTTGTCG -3'	
CYTB Serra F	5'- GAYATCTCYACAGCCTTCTCCTC -3'	Hashimoto et al. (2011)
CYTB Serra R	5'- GCGTAGGCAAATAGGAAGTATC -3'	

**Tabela 4-** Condições utilizadas para obtenção dos amplicons. Min: minutos, s: segundos.

Gene	Desnaturação 95°C	Ciclos	Extensão 72°C	Referência	
Nuclear	TROP	5 min	35x 95°C/30s, 60°C/30s, 72°C/10s	7 min	Hashimoto et al. (2011)
	APOC	5 min	35x 95°C/30s, 61°C/30s, 72°C/30s	7 min	Mourão <i>in prep.</i>
	AZIN	5 min	35x 95°C/30s, 61°C/30s, 72°C/30s	7 min	Mourão <i>in prep.</i>
Mitocondrial	CYTB	5 min	30x 95°C/30s, 60°C/45s, 72°C/30s	7 min	Hashimoto et al. (2011)

**Tabela 5-** Bandas diagnosticas por marcador, por espécie. (pb) pares de base.

Método / Marcador molecular	Tamanho do fragmento (pb)			Referência
	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	<i>Piaractus brachypomus</i>	<i>Colossoma macropomum</i>	
PCR-Multiplex /TROP	269	131	172	Hashimoto et al. (2011)
PCR-Multiplex/APOC	400	640	280	Mourão <i>in prep.</i>
PCR-Multiplex/AZIN	290	310	500	Mourão <i>in prep.</i>
PCR-RFLP /CYTB	152 e 513	665	261 e 405	Hashimoto et al. (2011)



**Figura 4-** Gel de agarose contendo três indivíduos controle por espécie, para cada marcador. (a) TROP; (b) APOC; (c) AZIN; (d) CYTB. As colunas 1,2 e 3 (*P. mesopotamicus*); 4,5 e 6 (*P. brachypomus*); 7,8 e 9 (*C. macropomum*); (pb) pares de base; (M) 1kb Ladder.

### 3.2.3 PCR-RFLP

Para a técnica de PCR-RFLP foi selecionado o marcador mitocondrial CYTB, cujos primers universais empregados para sua amplificação estão descritos na tabela 3, obedecendo as condições gerais previamente descritas (Tabela 4). Os produtos da PCR foram submetidos à ação das enzimas de restrição BtgI e BsrGI (*New England Biolabs*), sendo encubados por 2h em volume final de 8 $\mu$ l, dos quais 4 $\mu$ l correspondiam ao amplificado, sendo acrescidos o tampão da enzima 1X e 5U da enzima específica. Os produtos da clivagem enzimática na PCR-RFLP e os fragmentos amplificados na PCR-Multiplex foram submetidos à migração eletroforética em gel de agarose 1,5% corado com *Nancy-520 DNA* (0,025 $\mu$ l/ml) e visualizados em transiluminador sob luz ultravioleta (UV), gerando os padrões eletroforéticos diagnósticos para cada espécie, que estão contidos na tabela 5 e exemplificados na figura 4.

### 3.2.4 Análise Estatística

O programa *STRUCTURE* 2.3.4 (Pritchard et al., 2000) implementa um método Bayesiano de agrupamento ou “*clustering*”, que permite inferir a estruturação genética, ou seja, o número provável de grupos genéticos, ou populações (K) presente entre as amostras. Além disso, cada indivíduo tem seu genótipo atribuído a um dos distintos grupos genéticos de acordo com suas frequências alélicas. No estudo da hibridação, é possível assumir a existência de populações de referência (espécies parentais com genótipos bem diferenciados) e conseqüentemente, identificar e classificar indivíduos com origem desconhecida como híbrido F1, híbrido retrocruzado, híbrido avançado ou parental, de acordo com a atribuição de seus genótipos. Por exemplo, híbridos F1 apresentarão aproximadamente 50% de atribuição a cada espécie parental; híbridos retrocruzados apresentaram aproximadamente 75% e 25% a cada espécie parental.

A construção do arquivo de entrada contendo os genótipos dos indivíduos foi feita interpretando cada banda diagnóstica observada para os marcadores PCR-RFLP e PCR-multiplex como um alelo diagnóstico espécie específico (Tabela 5). Para a condução do teste foram assumidas três populações de referência (k=3), uma para cada linhagem parental. Através da opção USEPOPINFO as amostras foram previamente rotuladas de acordo com suas respectivas ancestralidades (POPFLAG = 1 para as amostras parentais de referência e POPFLAG = 0 para os espécimes avaliados, sem ancestralidade ou identificação conhecida).

Também foram adotados os modelos de ancestralidade misturada (*admixture model*), atendendo a possibilidade de fluxo entre as populações, e selecionada a opção “*a priori information*” (utilizando a informação espaço temporal das amostras) a fim de maximizar a diferenciação entre as populações de referência. Foram utilizados alelos independentes, 500.000 gerações da cadeia de Markov Monte Carlo (MCMC), com

períodos de “*burn-in*” de 200.000. A fim de possibilitar a comparação da composição dos lotes coletados, cada banca amostrada foi considerada uma população distinta perante a atual análise.

*RESULTADOS E  
DISCUSSÃO*

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados e a discussão referentes a identificação de espécies e híbridos de Serrasalmídeos comercializados, estão organizados no formato de capítulo:

**4.1 Capítulo 1** - Comércio indiscriminado de Serrasalmídeos: uma ameaça para espécies nativas e produtividade da indústria aquícola

## Capítulo 1

### **Comércio indiscriminado de Serrasalmídeos: uma ameaça para espécies nativas e produtividade da indústria aquícola**

#### **RESUMO**

O setor aquícola nacional foi alvo de forte investimento nos últimos anos, sendo reconhecido através de decretos como uma atividade de interesse social e econômico. Com o crescimento da aquicultura técnicas clássicas de melhoramento genético, como a hibridação interespecífica, passaram a ser intensamente utilizadas no cultivo de peixes. Apesar das vantagens zootécnicas proporcionadas pela metodologia, a mesma pode representar uma forte ameaça para os estoques cultivados e populações naturais, considerando a difícil distinção morfológica entre linhagens híbridas e puras, que ocasionalmente podem ser manejadas incorretamente, gerando estoques reprodutores heterogêneos. Caso os organismos híbridos apresentem fertilidade, estes poderão contaminar geneticamente o cultivo, causando perda de características de interesse para a produção, além de poder aumentar a taxa de mortalidade e reduzir a viabilidade das proles geradas. No ambiente, os efeitos da introgressão podem alterar a composição genética de populações nativas, podendo extingui-las geneticamente. Pouco se sabe do monitoramento do comércio desses peixes nos grandes centros e mercados no Brasil. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo ampliar as informações acerca da cadeia produtiva de pescado, buscando amostras de um dos maiores centros atacadista do Brasil, para isso, 364 amostras comerciais das espécies *Piaractus mesopotamicus*, *Piaractus brachypomus* e *Colossoma macropomum*, que são consideradas as espécies nativas brasileiras mais utilizadas em sistemas de cultivo, foram identificadas através marcadores moleculares, a fim de identificar a ocorrência de exemplares híbridos. O diagnóstico molecular indicou o alto grau de substituição de mercadorias quando estes dados de identificação genética foram confrontados às nomenclaturas comerciais vinculadas aos espécimes, atingindo a frequência de 75,9% de amostras erroneamente comercializadas. Também foi notada a elevada ocorrência de exemplares híbridos, que corresponderam a 76,9% dos indivíduos analisados, destes, 67% foram considerados híbridos avançados e 33% híbridos F1. Com isso, o trabalho chama a atenção para a necessidade de alterações na atual forma de produção e comércio de peixes no país, comprometendo-se com a sustentabilidade da indústria aquícola.

Palavras-chave: Marcadores moleculares, Aquicultura, Conservação biológica

## **INTRODUÇÃO**

O recente histórico das operações comerciais brasileiras referentes ao pescado, demonstra que, desde 2006, o saldo da balança comercial se apresentou de forma negativa no que diz respeito aos valores monetários e volume comercializado (MPA, 2011). Quando analisada historicamente a contribuição das duas modalidades responsáveis pelo suprimento do pescado, a pesca extrativa e a aquicultura, é notável a forte participação do método extrativo (MPA, 2010; FAO, 2016). Entretanto, a partir do ano 1985, o volume produzido pelo método de captura se mantém estagnado, tornando a aquicultura responsável pelo incremento na produção de pescado nacional e mundial (MPA, 2011; FAO, 2016). Neste contexto, o até então existente, Ministério da Pesca e Aquicultura, adotou como meta em 2011, o desenvolvimento da aquicultura nacional, a fim de amenizar o déficit da balança comercial (MPA, 2011). No ano de 2011, a produção nacional aquícola, continental e marinha, representou 44% do pescado nacional, quando foram produzidas 628.704 toneladas (MPA, 2011), enquanto mais recentemente, em 2015, foram produzidas 691.331 toneladas, ressaltando o crescimento do setor (IBGE, 2015).

A piscicultura é considerada a submodalidade mais representativa da aquicultura, sendo responsável por 69,9% de toda produção aquícola brasileira em 2015 (IBGE, 2015). Uma das práticas amplamente empregadas nos cultivos de peixes é a hibridação interespecífica (Porto-Foresti et al., 2011). Esta técnica clássica de melhoramento genético tem como objetivo a obtenção de melhores desempenhos zootécnicos em relação às espécies puras, denominado “vigor híbrido” ou “heterose positiva” (Bartley et al., 2001). Apesar das vantagens proporcionadas pela hibridação interespecífica, existem vários problemas decorrentes a dificuldade de discriminação entre linhagens puras e híbridas, que impactarão diretamente a produtividade dos



cultivos e a conservação de espécies (Allendorf et al., 2010; Prado et al., 2012; Hashimoto et al., 2016).

Em sistemas de cultivo, os híbridos podem ser utilizados para a composição de estoques reprodutores, gerando proles híbridas avançadas e causando a perda de característica zootécnicas desejáveis, através da introgressão genética. O mesmo exemplo está diretamente relacionado com o aumento das taxas de mortalidade e diminuição da viabilidade da prole, interferindo na produtividade da indústria aquícola (Almeida-Toledo et al., 1996; Hashimoto et al., 2013, 2014).

A aplicação de marcadores moleculares proporciona a identificação e distinção de linhagens híbridas e puras, de modo confiável, superando a ineficiência de diagnósticos exclusivamente morfológicos (Porto-Foresti et al., 2013; Hashimoto et al., 2014). Assim, tornado indispensável o seu emprego durante o monitoramento da cadeia produtiva do pescado (Suplicy, 2007; Hashimoto et al., 2014).

A família Serrasalminidae (Mirande, 2010) compreende espécies de grande importância econômica, sendo consideradas alimento de alta qualidade e relacionadas com o incremento no consumo de pescado no Brasil (IBAMA, 2007; Suplicy, 2007). Dentre as espécies pertencentes ao grupo, destacam-se economicamente: *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (pacu), *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (pirapitinga) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (tambaqui), em especial, *C. macropomum* foi a espécie nativa brasileira mais produzidas no ano de 2015, com 135.860 toneladas (IBGE, 2015). Estas espécies estão sendo intensivamente utilizadas para a produção organismos híbridos (Porto-Foresti et al., 2010; Hashimoto et al., 2011; 2012), havendo uma correlação de 39,2% da produção aquícola continental brasileira, no ano de 2015, com o grupo formado pelas referidas espécies parentais e seus respectivos híbridos interespecíficos (IBGE, 2015).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo a identificação molecular de Serrasalmídeos comercializados na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), que corresponde a um expressivo ponto de distribuição da cadeia produtiva de pescado. A fim de contribuir na elucidação do atual panorama da produção e comércio de peixes no país, além de colaborar com informações essenciais para a formulação de projetos de cultivo e legislativos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os exemplares das espécies *P. mesopotamicus*, *P. brachypomus* e *C. macropomum*, além de seus híbridos, foram coletados na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), na cidade de São Paulo - SP. As coletas foram realizadas em novembro de 2015 e fevereiro de 2016, com colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Durante a amostragem foram abordadas as bancas responsáveis pelo comércio das espécies de interesse, resultando em 15 bancas e 364 espécimes amostrados (Tabela 1).

No decorrer da coleta, foi levantada a nomenclatura utilizada para o comércio dos respectivos indivíduos, permitindo a posterior confrontação com a identificação molecular. O banco de tecidos foi construído com fragmentos de nadadeira, sendo fixadas em etanol absoluto e submetidas à refrigeração.

A extração do DNA foi baseada no protocolo descrito pelo Kit comercial *Wizard genomic DNA purification Kit* (Promega), com adaptações. A identificação genética dos exemplares foi conduzida utilizando três marcadores nucleares (TROP,  *$\alpha$ -tropomyosin*; APOC, *apolipoprotein C-I like* e AZIN, *antizyme inhibitor*) e um marcador mitocondrial (CYTB, *cytochrome - b*) (Hashimoto et al., 2011; dados não publicados).

**Tabela 1-** Período de coleta, identificação por permissionário amostrado, identificação comercial e número de amostras coletadas.

Coleta CEAGESP	Permissionário	Identificação Comercial	Amostras
Novembro – 2015	Banca 1	“Mistura”	40
	Banca 2	Tambaqui	38
	Banca 3	“Mistura”	22
	Banca 4	Tambaqui	36
	Banca 5	Pacu	27
	Banca 6	Pacu	8
	Banca 7	Pacu	36
	Banca 8	Pacu	25
	Banca 9	Pacu	6
Fevereiro – 2016	Banca 10	Tambaqui	26
	Banca 11	Pacu	23
	Banca 12	Pacu	15
	Banca 13	Pacu	26
	Banca 14	Pacu	19
	Banca 15	Pacu	17
Total			364

Os marcadores foram empregados através das técnicas de PCR-Multiplex e PCR-RFLP (*Polymerase chain reaction- Restriction fragment length polymorphism*), onde os marcadores TROP, APOC e AZIN foram aplicados por meio da primeira técnica, enquanto o marcador CYTB foi empregado pela técnica de PCR-RFLP. As reações foram realizadas em termociclador *Mastercycler personal* (Eppendorf), sob uma concentração de aproximadamente 150 $\mu$ M de cada dNTP, MgCl<sub>2</sub> 1,5mM, tampão da *Taq* 1X, 0,5U de *Taq polymerase* (Invitrogen), 0,1 a 0,4 $\mu$ M de cada *primer* e 10-50ng de DNA genômico, com volume final de 25 $\mu$ l.

Para as ampliações multiplex, os *primers* espécie-específicos e universais para cada marcador (Tabela 2), foram colocados na mesma reação, seguindo os respectivos programas descritos (Tabela 3).

Para a PCR-RFLP, as sequências dos *primers* forward (F) e reverse (R) estão expostas na tabela 2, enquanto o programa empregado para a amplificação dos fragmentos está detalhado na tabela 3. Os produtos da PCR foram submetidos à ação

das enzimas de restrição BtgI e BsrGI (*New England Biolabs*), sendo encubados por 2h, com volume final de 8µl, dos quais 4µl correspondiam ao amplificado, acrescidos o tampão da enzima 1X e 5U da enzima específica.

**Tabela 2-** Primers espécie-específicos e universais utilizados para amplificação dos marcadores. *Pm*: *P. mesopotamicus*, *Pb*: *P. brachypomus*, *Cm*: *C. macropomum*, Serra: Serrasalmidae, *F*: Forward, *R*: Reverse.

Primer	Sequência do primer	Referência
Trop Pm R	5'- C TTCAGCTGGATCTCCTGA -3'	Hashimoto et al. (2011)
Trop Pb R	5'- TTGACTTTATGCCACACAAAT -3'	
Trop Cm R	5'- ATACAACAATGCCATCGCT -3'	
Trop Serra F	5'- GAGTTGGATCGGGCTCAG -3'	
Apoc Pm F	5'- AGAAGCTGGAAGAGAGCGAGC -3'	Mourão <i>in prep</i>
Apoc Pb R	5'- TTTAACTTACTCATCTGCTCATTGAT -3'	
Apoc Cm R	5'- TCGGACAGATCCTTTCCCAA -3'	
Apoc Serra F	5'- CGCTGATGCTCGTGCTTCTT -3'	
Apoc Serra R	5'- AATGAGGCGTAGCAATATCACA -3'	
Azin Pm R	5'- TGGCCTCCTCTGTCTGAGCTA -3'	Mourão <i>in prep</i>
Azin Pb R	5'- TTTCCATAAGGTGCCTGCAGT -3'	
Azin Cm R	5'- CATATCAAATACACAACGGGCG -3'	
Azin Sera F	5'- CCCTGAGAACATCATCTTGTCG -3'	
CYTB Serra F	5'- GAYATCTCYACAGCCTTCTCCTC -3'	Hashimoto et al. (2011)
CYTB Serra R	5'- GCGTAGGCAAATAGGAAGTATC -3'	

**Tabela 3-** Condições utilizadas para obtenção dos amplicons. Min: minutos, s: segundos.

Gene	Desnaturação 95°C	Ciclos	Extensão 72°C	Referência	
Nuclear	TROP	5 min	35x 95°C/30s, 60°C/30s, 72°C/10s	7 min	Hashimoto et al. (2011)
	APOC	5 min	35x 95°C/30s, 61°C/30s, 72°C/30s	7 min	Mourão <i>in prep.</i>
	AZIN	5 min	35x 95°C/30s, 61°C/30s, 72°C/30s	7 min	Mourão <i>in prep.</i>
Mitocondrial	CYTB	5 min	30x 95°C/30s, 60°C/45s, 72°C/30s	7 min	Hashimoto et al. (2011)

Os amplicons obtidos nas reações de PCR e os produtos das clivagens enzimáticas foram submetidos à migração eletroforética em gel de agarose 1,5% corado com *Nancy-520 DNA* (0,025µl/ml) e visualizados em transiluminador sob luz ultravioleta, gerando os padrões eletroforéticos diagnósticos para cada espécie (Tabela 4).

**Tabela 4-** Fragmentos diagnósticos por marcador, por espécie. (pb) pares de base.

Método /Marcador molecular	Tamanho do fragmento (pb)			Referência
	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	<i>Piaractus brachypomus</i>	<i>Colossoma macropomum</i>	
PCR-Multiplex /TROP	269	131	172	Hashimoto et al. (2011)
PCR-Multiplex/APOC	400	640	280	Mourão <i>in prep.</i>
PCR-Multiplex/AZIN	290	310	500	Mourão <i>in prep.</i>
PCR-RFLP /CYTB	152 e 513	665	261 e 405	Hashimoto et al. (2011)

Posteriormente, os espécimes foram classificados quanto as linhagens pura, híbrida F1 ou híbrida avançada, de acordo com os perfis eletroforéticos visualizados. Através dos resultados obtidos para cada marcador, também foram gerados os genótipos de cada indivíduo para os *loci* analisados. Essa informação foi utilizada como arquivo de entrada para o programa STRUCTURE 2.3.4 (Printchard et al., 2000), que permite inferir a estruturação genética do estoque analisado. Para isso, foram adotadas três populações de referência (k=3), uma para cada linhagem parental. Através da opção USEPOPINFO as amostras foram previamente rotuladas de acordo com suas respectivas ancestralidades (POPFLAG = 1 para as amostras parentais de referência e POPFLAG = 0 para os espécimes avaliados, sem ancestralidade ou identificação conhecida). Também foram adotados os modelos de ancestralidade misturada (*admixture model*), atendendo a possibilidade de fluxo entre as populações, e selecionada a opção “*a priori information*” (utilizando a informação espaço temporal das amostras) a fim de maximizar a diferenciação entre as populações de referência. Foram utilizados alelos independentes, 500.000 gerações da cadeia de Markov Monte

Carlo (MCMC), com períodos de “*burn-in*” de 200.000. A fim de possibilitar a comparação da composição dos lotes coletados, cada banca amostrada foi considerada uma população distinta perante a atual análise.

## RESULTADOS

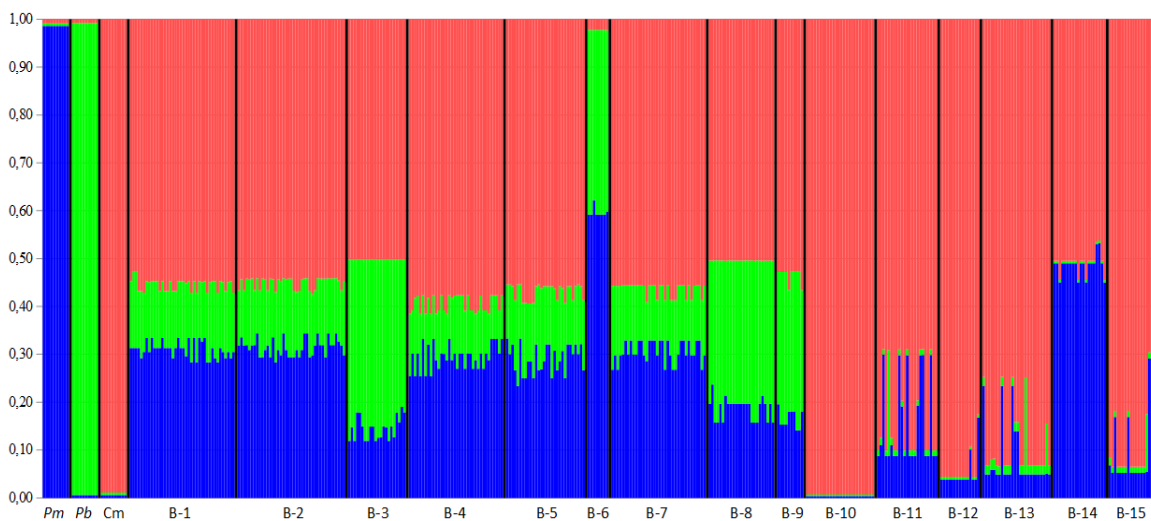
O diagnóstico através dos marcadores moleculares constatou grande divergência entre a nomenclatura comercial utilizada e o real conteúdo das bancas amostradas (Tabela 5). Considerando o total de amostras, foi observado uma frequência de 75,9% de espécimes erroneamente comercializados. Ainda mais alarmante mostram-se os resultados caso sejam considerados apenas os lotes comerciais de espécies puras, onde foi notada a frequência de 91,4% de substituição nas amostras. Além disso, a ocorrência de linhagens híbridas avançadas e F1 atingiu os valores de 51,6% e 25,2% respectivamente, ressaltando o descontrole presente durante a comercialização do grupo.

A análise bayesiana realizada com o programa Structure permitiu inferir a composição genética dos espécimes constituintes das bancas analisadas, através da atribuição dos genótipos de referência de acordo com a semelhança genotípica (Figura 1). Assim, possibilitando a classificação dos exemplares quanto às classes híbridas ou puras. A única banca composta exclusivamente por uma espécie parental foi a banca 10, cujos indivíduos foram caracterizados como *C. macropomum*. Na banca 14, a proporção observada para o genótipo dos exemplares permite a categorização dos mesmos como híbridos F1, pois são observados apenas dois genótipos de referência distintos, distribuídos de forma proporcional. Também é possível notar a expressiva quantidade de exemplares com atribuição do genoma às três espécies parentais (bancas 1-9 principalmente), ou que possuem em maior proporção um dos genótipos de referência,

devendo-se ao processo de hibridação avançada, responsável pela introgressão genética das espécies puras. Dentre a classificação híbrida avançada, é possível identificar uma subcategoria específica, os retrocruzamentos, em que os exemplares possuem uma proporção próxima a 3:1 para dois genótipos de referência distintos, como podem ser observados nas bancas 11,12,13 e 15.

**Tabela 5-** Identificação genética por banca analisada e frequência de amostras comercializadas erroneamente. (N): número de exemplares, Pm: *P. mesopotamicus*, Pb: *P. brachypomus*, Cm: *C. macropomum*, HF1: primeira geração filial híbrida, HA: geração híbrida avançada.

Banca/ (N)	Identificação Comercial	Identificação Genética (N)					Erro (%)
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	HF1	HA	
01/(40)	híbrido	-	-	-	(8)	(32)	0
02/(38)	<i>C.macropomum</i>	-	-	-	(9)	(29)	100
03/(22)	híbrido	-	-	-	(10)	(12)	0
04/(36)	<i>C.macropomum</i>	-	-	-	(9)	(27)	100
05/(27)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	-	(12)	(15)	100
06/(8)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	-	-	(8)	100
07/(36)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	(1)	(17)	(18)	100
08/(25)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	-	(11)	(14)	100
09/(6)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	-	(2)	(4)	100
10/(26)	<i>C.macropomum</i>	-	-	(26)	-	-	0
11/(23)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	(14)	(4)	(5)	100
12/(15)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	(13)	-	(2)	100
13/(26)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	(18)	(2)	(6)	100
14/(19)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	-	(8)	(11)	100
15/(17)	<i>P. mesopotamicus</i>	-	-	(12)	-	(5)	100
Média geral						75,9	
Média "puras"						91,4	

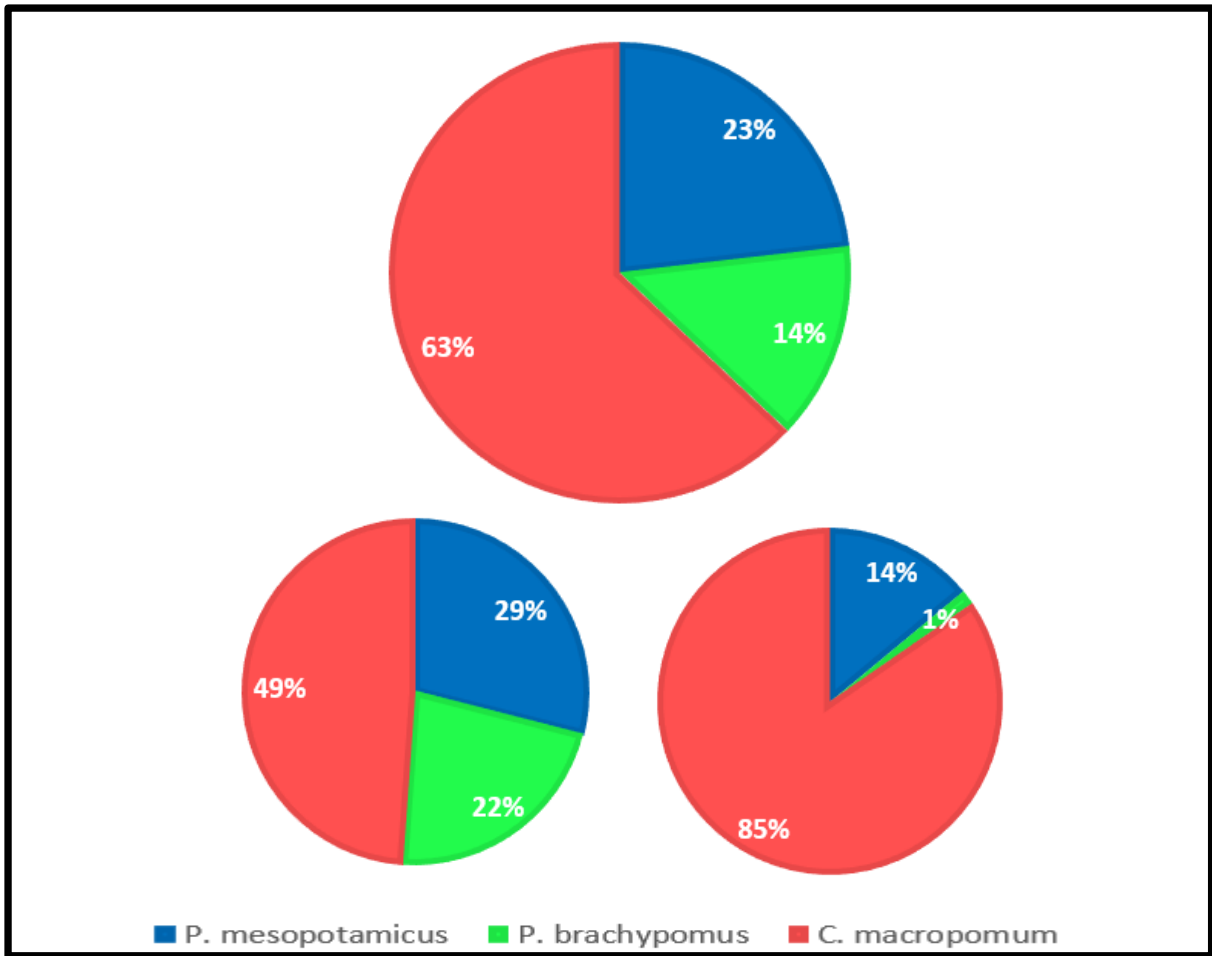


**Figura 1-** Estrutura "bar plot" das bancas analisadas, estimada pelo programa Structure. Cada cor representa uma espécie parental distinta. Pm: *P. mesopotamicus*, Pb: *P. brachypomus*, Cm: *C. macropomum*, B: banca amostrada.

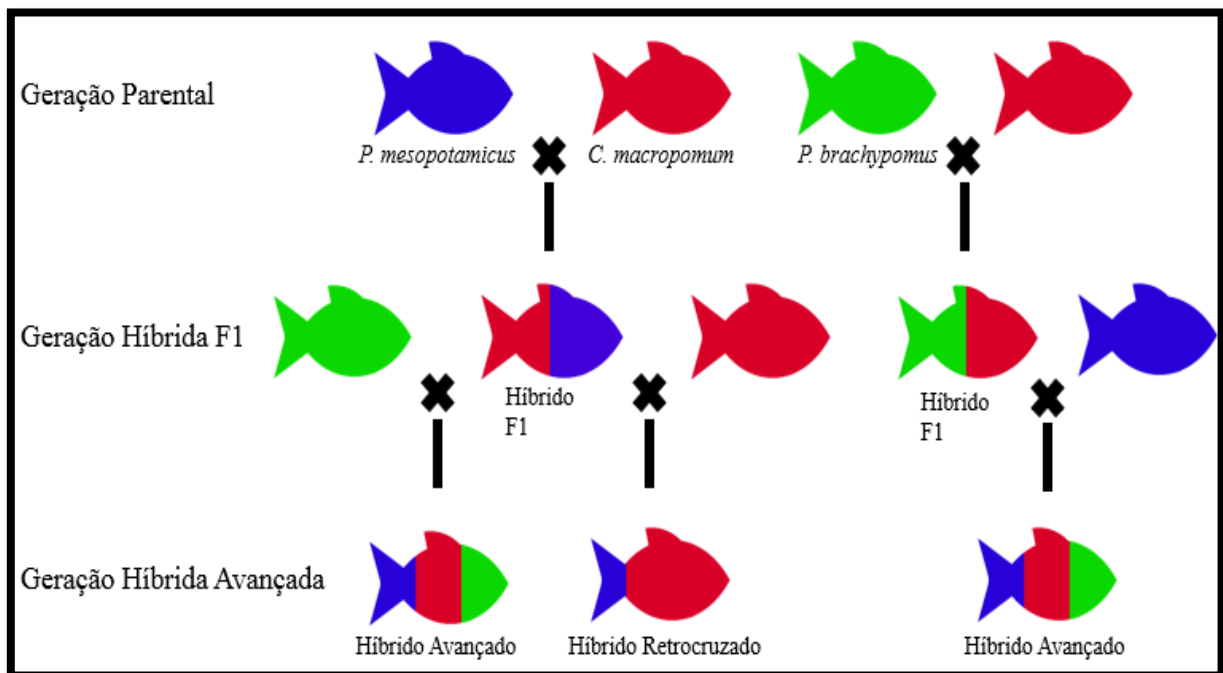
A única banca composta exclusivamente por uma espécie parental foi a banca 10, cujos indivíduos foram caracterizados como *C. macropomum*. Na banca 14, a proporção observada para o genótipo dos exemplares permite a categorização dos mesmos como híbridos F1, pois são observados apenas dois genótipos de referência distintos, distribuídos de forma proporcional. Também é possível notar a expressiva quantidade de exemplares com atribuição do genoma às três espécies parentais (bancas 1-9 principalmente), ou que possuem em maior proporção um dos genótipos de referência, devendo-se ao processo de hibridação avançada, responsável pela introgressão genética das espécies puras. Dentre a classificação híbrida avançada, é possível identificar uma subcategoria específica, os retrocruzamentos, em que os exemplares possuem uma proporção próxima a 3:1 para dois genótipos de referência distintos, como podem ser observados nas bancas 11,12,13 e 15.

Além do “*bar plot*” gerado pelo programa Structure, também é possível acessar a atribuição média dos genótipos observada para o lote analisado, contribuindo para a identificação dos genótipos de referência mais presentes na amostra. Desta forma, foi possível notar dois valores distintos para os exemplares obtidos durante a primeira (bancas 1-9) e a segunda coleta (bancas 10-15) (Figura 2). Nos gráficos é observável a ocorrência predominante do genótipo do parental *C. macropomum*, destacando a utilização da espécie pela indústria aquícola.





**Figura 2-** Atribuição média dos genótipos de referência. (a): atribuição média para todas as amostras (todas bancas), (b) atribuição média para bancas coletadas durante a primeira amostragem (bancas 1-9) e (c) atribuição média para bancas amostradas durante a segunda coleta (bancas 10-15).



**Figura 3-** Esquema ilustrativo representando os possíveis cruzamentos responsáveis pela obtenção das linhagens híbridas identificadas pela análise.

Através dos resultados obtidos para os marcadores moleculares e pela estruturação genética, foi possível elucidar os possíveis cruzamentos responsáveis por originar as categorias híbridas observadas (Figura 3).

O marcador mitocondrial (CYTB) não foi aplicado em todos os exemplares, sendo utilizado para melhor entendimento do processo de hibridação em amostras específicas. O resultado para este e todos os outros marcadores, podem ser observados no apêndice 1.

## **DISCUSSÃO**

Para a implementação do atual estudo foram utilizados três marcadores nucleares diagnósticos, que permitiram a identificação de linhagens híbridas F1 e avançadas, além dos parentais. Desta forma, a aplicação do atual conjunto de marcadores pode ser considerada eficaz para o propósito.

Os dados gerados pelo presente estudo comprovam o atual estado de desorganização em que se encontra a cadeia produtiva de Serrasalmídeos. Estudos prévios já apontavam a imprecisão no comércio e produção de indivíduos deste grupo, onde é frequente a substituição de espécies parentais por indivíduos híbridos já na base da cadeia de produção, em lotes de juvenis (Hashimoto et al., 2011; 2014). Segundo Suplicy (2007) poucos produtores são responsáveis pelas etapas de reprodução e engorda simultaneamente, o que fragmenta a base da cadeia produtiva em dois grupos: produtores de juvenis e cultivadores de peixes. O mesmo autor, completa acerca da existência de um comércio entre produtores de ambos setores, fato que, se transposto à atual realidade da cadeia produtiva de Serrasalmídeos, se mostra alarmante, tendo em vista os riscos biológicos e produtivos relacionados ao manejo e comércio equivocado de espécimes híbridas.

Os efeitos danosos da introgressão genética apontados no presente trabalho são potencialmente prejudiciais a produtividade da aquicultura, pois a partir da ocorrência de retrocruzamentos e intercruzamentos híbridos, poderá haver perda ou diluição de características zootécnicas desejáveis, além de contribuir para o aumento da mortalidade e diminuição da viabilidade das proles (Hashimoto et al., 2013; 2014).

As amostras analisadas durante presente trabalho foram coletadas no segundo maior comércio atacadista da América Latina (CEAGESP), por este representar um ponto importante para a distribuição da produção do pescado nacional, sendo abastecido por diversas regiões brasileiras e permitindo a extrapolação do resultado gerado para o atual panorama da cadeia produtiva do pescado.

Após identificada a existência de falhas ao longo da cadeia produtiva de Serrasalmídeos é necessário relacioná-las com as brechas legislativas que geram esse panorama de descontrole. Neste sentido, é importante destacar que no Brasil a maioria dos estabelecimentos destinados ao cultivo de peixes não são licenciados e a legislação que regulamenta a produção e comércio de pescado é de competência de cada unidade da federação em particular.

No estado de São Paulo, o Decreto N° 62.243 (Anexo 1), dispõem sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura. Este, prevê a produção de híbridos categorizada juntamente a espécies alóctones ou exóticas, cabendo ao Instituto da Pesca definir, por portaria, a lista de espécies cujo cultivo será autorizado. A portaria publicada (Anexo 2), regulariza a produção dos híbridos “patinga”, “tambacu” e “tambatinga” na bacia do Rio Paraná, bacia do Atlântico Sudeste e bacia do Atlântico Sul, fato que merece maior atenção devido a distribuição geográfica da espécie *P. mesopotamicus* (pacu) abranger uma destas, a bacia do Rio Paraná. Outra questão passível de discussão é o tipo de sistema empregado para o

cultivo, em que fica permitido, pela portaria citada, o cultivo destes espécimes híbridos em tanque-rede em reservatório, barramento/pesque-pague e viveiro escavado, o que pode facilitar o escape de indivíduos para o ambiente natural.

Tendo conhecimento dos principais entraves que circundam a cadeia produtiva do pescado, já foi sugerido por diversos outros autores a necessidade de adoção de medidas regulatórias para a problemática, tendo foco na utilização de ferramentas que possibilitem a identificação eficaz dos organismos cultivados (Porto-Foresti et al., 2010; Hashimoto et al., 2012). É nesse sentido que os marcadores moleculares se destacam, pois permitem superar as subestimações das frequências híbridas, comumente ocasionadas pela identificação exclusivamente morfológica (Toledo-Filho et al., 1994). Segundo Porto-Foresti et al. (2010), o uso de marcadores moleculares se aplicaria à várias etapas da cadeia produtiva: em estoques de matrizes reprodutoras de pisciculturas, no comércio de juvenis e também aos produtos comercializados no mercado. Assim, evitando problemas de produtividade pela introgressão genética nos cultivos e suplantando a ocorrência da venda trocada de produtos não certificados (Hashimoto et al., 2014).

Ainda no âmbito legislativo, é notado a falta de padronização no mercado interno do pescado brasileiro em relação as nomenclaturas comerciais vinculadas aos produtos, o que agrava o problema da venda trocada (Carvalho et al., 2011). O mesmo autor sugere a normalização dos nomes comerciais para as espécies nativas de importância econômica como uma ferramenta efetiva na preservação da biodiversidade da fauna brasileira e aliada à segurança do consumidor.

Um exemplo de padronização de nomes comerciais para espécies de interesse econômico é o NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul), que se trata de um código de oito dígitos específico para cada tipo de mercadoria e espécie comercial, cabendo a

Secretaria da Receita Federal a determinação das mercancias brasileiras. Este sistema unificado de registro foi criado para o desenvolvimento do comércio externo brasileiro, tornando-se obrigatório em todas as exportações e importações do país em relação aos membros do Mercosul. Da mesma forma, a unificação das nomenclaturas comerciais para as espécies nativas brasileiras contribuiria de forma significativa para o desenvolvimento e controle do mercado interno nacional, tendo em vista que atualmente cada estado da federação é responsável pelos vernáculos comerciais adotados, o que acaba ampliando a desorganização da cadeia produtiva e coloca em risco a sustentabilidade da prática, pois permite, indiretamente, o comércio de variadas espécies mascaradas em uma única denominação comercial.

A aplicação dos marcadores genéticos foi eficaz na identificação de produtos comercializados. Assim, o emprego dessa metodologia trará maior confiabilidade e segurança alimentar ao consumidor final, que poderá adquirir produtos certificados, além de agregar sustentabilidade à modalidade produtiva.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

As referências correspondentes ao capítulo encontram-se ao final da dissertação.

*CONSIDERAÇÕES*  
*FINAIS*

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nos últimos anos houve um aumento significativo no número de estudos abordando o fenômeno da hibridação interespecífica em peixes, com diferentes enfoques na área produtiva, comercial e ecológica. O presente trabalho acaba corroborando a eficiência do uso de marcadores moleculares para o diagnóstico de linhagens híbridas e o marcante cenário de descontrole ao longo da cadeia produtiva de peixes, em especial, de Serrasalmídeos, que também foram constatados em estudos prévios.

Tendo ciência da importância econômica da aquicultura, de toda a problemática e das consequências que podem ser geradas pela prática irresponsável da hibridação, é necessário que sejam realizadas adaptações na atual legislação referente à produção e comércio destes indivíduos, de modo a zelar pela sustentabilidade da modalidade produtiva.

O uso de marcadores genéticos associados a um código de identificação de mercadorias poderá ser eficaz no monitoramento e fiscalização da cadeia produtiva do pescado, desde sua fase inicial, até a etapa de abastecimento dos intermediários. Assim, o emprego em conjunto dessas metodologias trará maior confiabilidade e segurança alimentar ao consumidor final, que poderá adquirir produtos certificados, além de agregar sustentabilidade à modalidade produtiva.

*REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS*



**6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Allendorf F, Leary R, Spruell P e Wenburg J (2001). The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 613-622.
- Bartley DM, Rana K e Immink AJ (2001). The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 10:325-337.
- Calcagnotto D, Almeida-Toledo LF, Bernardino G e Toledo-Filho SA (1999). Biochemical genetic characterization of F1 reciprocal hybrids between neotropical pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and tambaqui (*Colossoma macropomum*) reared in Brazil. *Aquaculture*, 174:51-57.
- Carvalho DC, Neto DAP, Brasil BSAF e Oliveira DAA (2011). DNA barcoding unveils a high rate of mislabeling in a commercial freshwater catfish from Brazil. *Mitochondrial DNA*, 22(S1): 97–105.
- Carvalho DC, Seerig A, Melo DC, Sousa AB, Pimenta D e Oliveira DAA (2008). Identificação molecular de peixes: o caso do Surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 32: 215-219.
- CEAGESP (2016) Disponível em: < <http://www.ceagesp.gov.br/entrepostos/pescado/>>. Acesso em: Jan. 2016.
- Chien-Hung C, Cheng-Hong H e Deng-Fwu H (2012). Species identification of *Cyprinidae* fish in Taiwan by fins and PCR-RFLP. *Food Control*, 28(2): 240-245.
- De-Franco B, Mendonça FF, Oliveira FC e Foresti F (2012). Illegal trade of the guitarfish *Rhinobatos horkelii* on the coasts of central and Southern Brazil: genetic identification to aid conservation. *Aquatic conserv: Freshw. Ecosyst.* 22:272-276.
- De-Franco B, Mendonça FF, Hashimoto DT, Porto-Foresti F, Oliveira C e Foresti F (2010). Forensic identification of the guitarfish species *Rhinobatos horkelii*, *R. percellens* and *Zapteryx brevirostris* using multiplex-PCR. *Mol. Ecol. Res.*, 10: 197-199.
- Docker MF, Dale A e Heath DD (2003). Erosion of interspecific reproductive barriers resulting from hatchery supplementation of rainbow trout sympatric with cutthroat trout. *Molecular Ecology* 12: 3515-3521.
- FAO (2016) The State of World Fisheries and Aquaculture - 2016 (SOFIA). *Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO Fisheries and Aquaculture Department*, Rome.

- FAO (2010) The State of World Fisheries and Aquaculture - 2010 (SOFIA). *Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO Fisheries and Aquaculture Department*, Rome.
- FAO (2000) The State of World Fisheries and Aquaculture - 2000 (SOFIA). *Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO Fisheries and Aquaculture Department*, Rome.
- Ferguson A e Thorpe JE (1991) Biochemical Genetics and Taxonomy of Fish. FSBI Symposium. *Journal of Fish Biology*, 39: 1-357.
- Foresti F (2000) Biotechnology and fish culture. *Hydrobiologia*, 420:45–47
- Gomes LC, Simões LN e Araujo-Lima CARM (2010). Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B., Gomes, L.C. (Eds.), *Espécies Nativas Para a Piscicultura no Brasil*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, pp. 589–606.
- Hashimoto DT, Prado FD, Porto-Foresti F e Foresti F (2016). Molecular identification of intergenus crosses involving catfish hybrids: risks for aquaculture production. *Neotropical Ichthyology*, 14(2): e150139.
- Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F, Martinez P e Porto-Foresti F (2014) Genetic Identification of F1 and Post-F1 Serrasalmid Juvenile Hybrids in Brazilian Aquaculture. *Plos One* 9:3:e89902.
- Hashimoto DT, Prado FD, Senhorini JA, Foresti F e Porto-Foresti F (2013). Detection of post-F1 fish hybrids in broodstock using molecular markers: approaches for genetic management in aquaculture. *Aquaculture Research*, 44:876–884.
- Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F e Porto-Foresti F (2012). Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture* 4:1-11.
- Hashimoto DT, Mendonça FF, Senhorini JA, Oliveira C, Foresti F e Porto-Foresti F (2011). Molecular diagnostic methods for identifying Serrasalmid fish (Pacu, Pirapitinga and Tambaqui) and their hybrids in the Brazilian aquaculture industry. *Aquaculture* 321:49–53.
- Hashimoto DT (2011). Aplicação de marcadores moleculares no monitoramento genético de programas de hibridação interespecífica em pisciculturas brasileiras. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, SP.

- Hashimoto DT, Mendonça FF, Senhorini JÁ, Bortolozzi J, Oliveira C, Foresti F e Porto-Foresti F (2010). Identification of hybrids between Neotropical fish *Leporinus macrocephalus* and *Leporinus elongatus* by PCR-RFLP and multiplex-PCR: tools for genetic monitoring in aquaculture. *Aquaculture* 298:346-349.
- Hulata G (2001). Genetic manipulations in aquaculture: a review of stock improvement by classical and modern technologies. *Genetica*, 111: 155-173.
- IBAMA (2007). Estatística da Pesca 2007: Brasil – Grandes regiões e unidades da Federação. 113.
- IBGE (2015). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2014, v 43. IBGE, Rio de Janeiro.
- Jégu M (2003). Subfamily *Serrasalminae* (Pacus and piranhas). In: Reis RE, Kullander SO e Ferraris CJ (eds.), Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, 182-196.
- Liu S, Palti Y, Gao G e Rexroad CE III (2016). Development and validation of a SNP panel for parentage assignment in rainbow trout. *Aquaculture* 452:178–182.
- Liu ZJ e Cordes JF (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*, 238:1-37.
- Lobo CMO, Porto-Foresti F, Prado FD, Furtado RTAL, Junior CAC e Mársico ET (2014). Molecular identification of *Pseudoplatystoma* sp. fish fillets by Multiplex PCR. *Vig Sanit Debate*, 2(3):64-70.
- Mair GC (2007). Genetics and breeding in seed supply for inland aquaculture. In: Bondad-Reantaso MG (ed.), Assessment of freshwater fish seed resources for sustainable aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 501. FAO, Rome, 519-548.
- Martino G (2002). Retrocruce de hembras híbridos (F1) (*Colossoma macropomum* · *Piaractus brachypomus*) con machos de las especies parentales. In: CIVA 2002 – *Comunicaciones y Foros de Discusión*, 688–693.
- Mayr E (1963). The breakdown of isolating mechanisms (hybridization). In: E. Mayr. *Animal species and evolution*, Belknap Press, Cambridge, MA, 110-135.
- Mendonça FF, Hashimoto DT, De-Franco B, Porto-Foresti F, Gadig OBF, Oliveira C e Foresti F (2010) Genetic identification of lamniform and carcharhiniform sharks using multiplex-PCR. *Conserv. Genet. Res.*, 2: 31-35.
- Mia MY, Taggart JB, Gilmour AE, Gheyas AA, Das TK, Kohinoor AHM, Rahman MA, Sattar MA, Hussain MG, Mazid MA, Penman DJ e McAndrew BJ (2005).

- Detection of hybridization between Chinese carp species (*Hypophthalmichthys molitrix* and *Aristichthys nobilis*) in hatchery broodstock in Bangladesh, using DNA microsatellite loci. *Aquaculture*, 247:267-273.
- Mirande JM (2010). Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. *Neotrop. Ichthyol.*, 8(3): 385-568.
- MPA (2011). Produção pesqueira e aquícola – Estatística 2010 e 2011. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília.
- MPA (2010). Produção pesqueira e aquícola – Estatística 2008 e 2009. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília.
- Orsi ML e Agostinho AA (1999). Introdução de peixes por escapes acidentais de tanques de cultivo em rios da Bacia do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 16(2): 557-560.
- Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Prado FD, Senhorini JA e Foresti F (2013). Genetic Markers for the Identification of Hybrids among Catfish Species of the Family Pimelodidae. *Journal of Applied Ichthyology*, 29: 643-647.
- Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Prado FD, Senhorini JA e Foresti F (2012). Genetic markers for the identification among catfish species of the family Pimelodidae. *J. Appl. Ichthyol*, 1–5.
- Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Prado FD, Senhorini JÁ, Foresti F (2011) A Hibridação interespecífica em peixes. *Panorama da Aquicultura*. 126:28-33.
- Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Senhorini JA e Foresti F (2010) Hibridação em piscicultura: monitoramento e perspectivas. In: Baldisserotto B e Gomes LC (eds.), *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. Santa Maria:Universidade Federal de Santa Maria, 589-606.
- Porto-Foresti F, Hashimoto DT, Alves AL, Castilho-Almeida RB, Senhorini JA, Bortolozzi J e Foresti F (2008). Cytogenetic markers as diagnoses in the identification of the hybrid of the species Piaçu (*Leporinus macrocephalus*) and Piapara (*Leporinus elongatus*). *Genetics and Molecular Biology*, 31: 195-202.
- Porto-Foresti F e Foresti F (2004). Genética e Biotecnologia em piscicultura: usos na produção, manejo e conservação dos estoques de peixes. In: Cyrino JEP, Urbinati EC, Fracalossi DM e Castagnolli N. *Tópicos especiais em piscicultura de agua doce tropical intensiva*. 1ed. São Paulo: Tec Art, 7:195-216.
- Prado FD, Cebrián RF, Hashimoto DT, Senhorini JA, Foresti F, Martínez P e Porto-Foresti F (2016). Hybridization and genetic introgression patterns between two

- South American catfish along their sympatric distribution range. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-016-3010-5.
- Prado F D, Hashimoto DT, Mendonça FF, Senhorini JA, Foresti F e Porto-Foresti F (2012). Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks of two catfish species (Siluriformes, Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. *Fisheries Research*, 125-126: 300-305.
- Prado FD, Hashimoto DT, Mendonça FF, Senhorini JA, Foresti F e Porto-Foresti F (2011). Molecular identification of hybrids between Neotropical catfish species *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture Research*, 1-5.
- Prado FD (2010). Caracterização citogenética e molecular das espécies pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) e seus híbridos utilizados na piscicultura brasileira. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, SP.
- Pritchard JK, Stephens M e Donnelly P (2000). Inference of population Structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945-959.
- Roppa L (2009). Perspectivas da produção mundial de carnes, 2007 a 2015. Disponível em: <[http://pt.engormix.com/member\\_login.aspx?referer=yes](http://pt.engormix.com/member_login.aspx?referer=yes)>. Acesso em: dez. 2015.
- Seafoodbrasil (2015). Disponível em: <<http://seafoodbrasil.com.br/revista/seafood-brasil-15>>. Acesso em outubro de 2016.
- Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Criação de tilápias em tanques-redes*. 2007. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/7227d4d9d30ab6cc832573a9006df4bc/\\$file/nt0003737a.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/7227d4d9d30ab6cc832573a9006df4bc/$file/nt0003737a.pdf)>. Acesso em: out. 2011.
- SEDES (2015) Seção de Economia e Desenvolvimento. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/entrepotos/servicos/produtos/sazonalidade-de-compras/>> Acesso em outubro de 2016.
- Sidonio L, Cavalcanti I, Capanema L, Morch R, Magalhães G, Lima J, Burns V, Alves Júnior AJ, Munguoli R (2012). Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. *BNDES Setorial*, 35: 421-463.
- Suplicy FM (2007). Freshwater fish seed resources in Brazil. In: Bondad-Reantaso MG (ed.) Assessment of Freshwater Fish Seed Resources for Sustainable Aquaculture, 129–143.

- Teixeira LV, Teixeira CS e Oliveira DAA (2015). Identificação espécie-específica de carnes e produtos cárneos de origem bubalina e bovina pela técnica de PCR-RFLP. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 67(1) 309-314.
- Toledo-Filho SA, Almeida-Toledo LF, Foresti F, Calcagnotto D, Santos SBAF e Bernardino G (1998). Programas genéticos de seleção, hibridação e endocruzamento aplicados à piscicultura. *Cadernos de Ictiogenética* 4, CCS/USP, São Paulo.
- Toledo-Filho SA, Almeida-Toledo LF, Foresti F, Bernardino G e Calcagnotto D (1994). Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui. *Cadernos de Ictiogenética* 2, CCS/USP, São Paulo.
- Vaini JO, Grisolia AB, Prado FD e Porto-Foresti F (2014). Genetic identification of interspecific hybrid of Neotropical catfish species (*Pseudoplatystoma corruscans* vs. *Pseudoplatystoma reticulatum*) in rivers of Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 12(3): 635-641.
- Vignal A, Milan D, SanCristobal M e Eggen A (2002). A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genet. Sel. Evol.*, 34: 275–305.
- Willians LM, Ma X, Boyko A, Bustamante CD e Oleksiak MF (2010). SNP identification, verification, and utility for population genetics in a non-model genus. *BMC Genet*, 11:32.
- Zaniboni Filho E (1997). O desenvolvimento da piscicultura brasileira sem a deterioração da qualidade de água. *Rev. Brasil. Biol.*, 57(1):3-9.
- Zhang HW, Yin SW, Zhang LJ, Hou XY e Wang YY (2015). Development and validation of single nucleotide polymorphism markers in *Odontobutis potamophila* from transcriptomic sequencing. *Genet. Mol. Res.*, 14(1):2080–2085.

*ANEXOS*

# *ANEXO 1*



Ficha informativa**DECRETO Nº 62.243, DE 01 DE NOVEMBRO DE 2016**

*Dispõe sobre as regras e procedimentos para o licenciamento ambiental da aquicultura, no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas*

GERALDO ALCKMIN, Governador do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições legais, Decreta:

**SEÇÃO I**  
**Disposições Gerais**

**Artigo 1º** - Este decreto estabelece as regras e procedimentos, no Estado de São Paulo, para o licenciamento ambiental da atividade de aquicultura.

**Artigo 2º** - A atividade de aquicultura fica reconhecida como de interesse social e econômico.

**Artigo 3º** - Para fins deste decreto, são adotadas as seguintes definições:

**I** - Águas Doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 % (0,5 partes por mil);

**II** - Aquicultura: cultivo ou criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

**III** - Espécie Alóctone ou Exótica: espécie que não ocorre ou não ocorreu naturalmente na Unidade Geográfica Referencial - UGR considerada, ou na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI;

**IV** - Espécie Alóctone ou Exótica de cultivo autorizado: espécie com ocorrência em corpos hídricos ou trechos de corpos hídricos definidos em portaria do Instituto de Pesca, ou autorização específica do Instituto de Pesca, mas sem origem natural nesses locais;

**V** - Espécie Autóctone ou Nativa: espécie de origem e ocorrência natural em águas da Unidade Geográfica Referencial - UGR considerada, ou da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI;

**VI** - Híbridos: organismos obtidos a partir do cruzamento entre espécies;

**VII** - Parque Aquícola Estadual: espaço físico contínuo em meio aquático delimitado, que compreende um conjunto de áreas aquícolas afins, declarado pelo poder público como tal;

**VIII** - Pesque e Pague: empreendimento aquícola, com o uso de viveiro escavado, tanques ou barramentos, para a manutenção de estoques de peixes disponíveis para pesca amadora e/ ou esportiva;

**IX** - Tanque: estrutura de contenção de água, podendo ser de alvenaria, concreto ou outros materiais;

**X** - Tanque-Rede ou Gaiola: sistema de cultivo intensivo em confinamento, com estruturas de rede, boias e apoitamento ou fundamento, instalados em meio aquático;

**XI** - Viveiro Escavado: estrutura de contenção de águas, podendo ser de terra, natural ou escavada, desde que não resultante de barramento ou represamento de cursos d'água;

**XII** - Cava exaurida de mineração: depressão resultante da lavra de minérios, geralmente ocupada por água, que se consolida quando exaurido o jazimento mineral;

**XIII** - Unidade Geográfica Referencial - UGR: área abrangida por uma região hidrográfica, ou, no caso de águas marinhas e estuarinas, faixas de águas litorâneas compreendidas entre dois pontos da costa brasileira, conforme descrito na Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009;

**XIV** - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI: unidade de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, conforme estabelecido pelas Leis nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, e nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994;

**XV** - Sistema de Cultivo: conjunto de características ou processos de produção utilizados por

empreendimentos aquícolas;

**XVI** - Sistema de Cultivo Extensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente de alimento natural disponível, podendo receber complementarmente alimento artificial e tendo como característica a média ou baixa densidade de organismos, variando de acordo com a espécie utilizada;

**XVII** - Sistema de Cultivo Semi-Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente da oferta de alimento artificial, podendo buscar suplementarmente o alimento natural disponível, tendo como característica a média ou baixa densidade de organismos, variando de acordo com a espécie utilizada;

**XVIII** - Sistema de Cultivo Intensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem integralmente da oferta de alimento artificial, tendo como uma de suas características a alta densidade de organismos, variando de acordo com a espécie utilizada;

**XIX** - Sistema com Recirculação: sistema de produção com ou sem troca de água e sem lançamento de efluente em corpos de água;

**XX** - Corpos d'Água Fechados ou Semiabertos: reservatórios e outros corpos d'água decorrentes de barramentos, lagos, lagoas, depósitos de águas pluviais e remansos de rios;

**XXI** - Avaliação do meio físico: conjunto de dados primários de qualidade de água e sedimento da área do empreendimento, com base em análise de amostras coletadas, conforme Plano de Amostragem estabelecido por resolução da Secretaria do Meio Ambiente, comparando-se os resultados analíticos com os padrões legais estabelecidos na regulamentação pertinente ou valores de referência.

**Artigo 4º** - Na atividade de aquicultura será permitida a utilização de espécies autóctones ou nativas e de espécies alóctones ou exóticas, respeitada a legislação vigente.

**Artigo 5º** - Quando se tratar de atividade de aquicultura que utilize espécies alóctones ou exóticas, além dos procedimentos gerais previstos neste decreto, devem ser adotadas as providências descritas nos parágrafos que seguem.

**§ 1º** - O Instituto de Pesca, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, definirá, por portaria, a lista de espécies cujo cultivo será permitido bem como os locais autorizados para o cultivo de cada espécie.

**§ 2º** - Atendidos os requisitos previstos na portaria de que trata o parágrafo anterior, fica dispensada a manifestação específica do Instituto de Pesca, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, em cada processo de licenciamento.

**§ 3º** - O licenciamento de aquicultura com espécies não incluídas na lista referida no § 1º deste artigo, dependerá de manifestação prévia e específica do Instituto de Pesca, da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, autorizando o cultivo da espécie na área objeto do pedido da licença.

**§ 4º** - A lista das espécies alóctones e exóticas, e dos locais, cujos cultivos são autorizados deve ser revista no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses.

**§ 5º** - A Secretaria de Agricultura e Abastecimento, por meio de resolução, regulamentará os critérios e procedimentos a serem seguidos pelo Instituto de Pesca para a edição e revisão da lista a que se referem os parágrafos anteriores.

**§ 6º** - O cultivo de espécies em tanques-rede somente será autorizado se houver a instalação de dispositivos de proteção contra a fuga de adultos ou propágulos para o meio ambiente visando assegurar o não escape destas espécies para as águas públicas.

**§ 7º** - Para fins desta regulamentação, os híbridos estão inseridos na categoria das espécies alóctones ou exóticas.

**Artigo 6º** - Fica estabelecido como limite máximo, em águas públicas estaduais, o uso de até 1% (um por cento) da área superficial dos corpos d'água fechados ou semiabertos.

## SEÇÃO II

### Da Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura - DCAA

**Artigo 7º** - Considerando os termos do artigo 7º da Resolução CONAMA nº 413/2009, a instalação e operação das atividades de aquicultura dependerá unicamente da obtenção de Declaração de Conformidade da Atividade de Aquicultura a ser obtida junto à Secretaria de Agricultura e Abastecimento, nas seguintes hipóteses:

I - piscicultura e pesque e pague, em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5,0ha (cinco hectares);

**II** - piscicultura em tanques revestidos, cuja somatória de volume seja inferior a 1.000m<sup>3</sup> (mil metros cúbicos);

**III** - piscicultura e pesque e pague com barramento cuja somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5,0ha (cinco hectares);

**IV** - piscicultura e pesque e pague em sistema com recirculação cuja somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5,0ha (cinco hectares);

**V** - piscicultura em tanques-rede cuja somatória de volume seja inferior a 1.000m<sup>3</sup> (mil metros cúbicos), em águas públicas estaduais, federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração);

**VI** - piscicultura em cavas exauridas de mineração cuja somatória de superfície de lâmina de água seja inferior a 5,0 ha (cinco hectares);

**VII** - ranicultura: que ocupe área inferior a 400m<sup>2</sup> (quatrocentos metros quadrados);

**VIII** - carcinicultura em água doce realizada em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja inferior a 5ha (cinco hectares);

**IX** - malacocultura cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a 5ha (cinco hectares);

**X** - algicultura cuja superfície de lâmina d'água seja inferior a 10ha (dez hectares).

**§ 1º** - A declaração de conformidade da atividade de aquicultura deverá ser efetuada no "site" da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, na rede mundial de computadores, na forma do regulamento a ser editado por meio de resolução.

**§ 2º** - A ampliação de empreendimento referido no "caput" deste artigo, que implique em área superior aos limites estabelecidos, deverá ser licenciada em sua totalidade.

**§ 3º** - Para cálculo da lâmina d'água dos empreendimentos, serão consideradas as áreas e estruturas de cultivo utilizadas para a produção aquícola, objeto da solicitação de licenciamento.

**Artigo 8º** - As regras estabelecidas no artigo 7º deste decreto não se aplicam aos empreendimentos:

**I** - localizados nas Áreas de Proteção aos Mananciais ou Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, que estarão sujeitos à obtenção do Alvará de Licença Metropolitana emitido pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, além do cumprimento da legislação específica pertinente;

**II** - cuja implantação implicar supressão de vegetação nativa ou intervenção em Área de Preservação Permanente, que deverão obter autorização da CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, nos termos estabelecidos pela Lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

**Artigo 9º** - As regras estabelecidas no artigo 7º deste decreto não se aplicam, ainda, aos empreendimentos localizados em áreas com:

**I** - adensamento de cultivos aquícolas que enseje significativa degradação do meio ambiente;

**II** - comprometimento da capacidade de suporte dos ambientes aquáticos públicos;

**III** - áreas com floração recorrente de cianobactérias acima dos limites previstos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que possa influenciar a qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público.

**Parágrafo único** - Os empreendimentos enquadrados nas hipóteses descritas neste artigo deverão ser licenciados por meio do procedimento ordinário constante da Seção IV deste decreto.

### **SEÇÃO III**

#### **Do Licenciamento Simplificado**

**Artigo 10** - O licenciamento ambiental será realizado por procedimento simplificado para as seguintes atividades de aquicultura:

**I** - piscicultura e pesque pague, em viveiros escavados, cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha (cinco hectares) e inferior a 50ha (cinquenta hectares);

**II** - piscicultura em tanques revestidos, cuja somatória de volume seja igual ou superior a 1.000m<sup>3</sup> (um mil metros cúbicos) e inferior a 5.000m<sup>3</sup> (cinco mil metros cúbicos);

**III** - piscicultura em pesque pague com barramento cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha (cinco hectares) e inferior a 50ha (cinquenta hectares);

**IV** - piscicultura em sistema com re-circulação cuja somatória de superfície de lâmina d'água seja igual ou superior a 5ha (cinco hectares) e inferior a 50ha (cinquenta hectares);

**V** - piscicultura em tanques-rede ou gaiolas com volume igual ou superior a 1.000m<sup>3</sup> (um mil metros cúbicos) e inferior a 5.000m<sup>3</sup> (cinco mil metros cúbicos), em águas públicas estaduais,

federais, represas rurais e cavas exauridas de mineração;

**VI** - piscicultura em cavas exauridas de mineração cuja somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5,0 ha (cinco hectares) e inferior a 50ha (cinquenta hectares);

**VII** - ranicultura que ocupe área maior ou igual a 400m<sup>2</sup> (quatrocentos metros quadrados) ou inferior a 1.200m<sup>2</sup> (um mil e duzentos metros quadrados);

**VIII** - carnicultura em água doce realizada em viveiros escavados cuja somatória de superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5ha (cinco hectares) e igual ou inferior a 50ha (cinquenta hectares);

**IX** - malacocultura cuja superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 5ha (cinco hectares) e inferior a 30ha (trinta hectares);

**X** - algicultura cuja superfície de lâmina de água seja igual ou superior a 10 ha (dez hectares) e inferior a 40ha (quarenta hectares).

**§ 1º** - O licenciamento simplificado a que se refere este artigo só se aplicará para as atividades de aquicultura referidas no inciso III se forem utilizadas espécies autóctones ou nativas, bem como espécies alóctones ou exóticas, desde que estas sejam espécies de cultivo autorizado, nos termos do artigo 5º deste decreto, excluídas em qualquer hipótese, para os fins do disposto neste artigo, espécies carnívoras em sistema de cultivo semi-intensivo e intensivo.

**§ 2º** - As etapas de licenciamento prévio e de instalação serão conduzidas de forma conjunta.

**§ 3º** - Os documentos necessários para solicitação da Licença Prévia e de Instalação serão os constantes nos Anexos I e III deste decreto.

#### **SEÇÃO IV** **Do Licenciamento Ordinário**

**Artigo 11** - Ficam sujeitas ao licenciamento ambiental ordinário as atividades de aquicultura não relacionadas nos artigos 7º e 10 deste decreto.

**§ 1º** - No licenciamento ordinário, os documentos necessários para solicitação da Licença Prévia e de Instalação serão os constantes nos Anexos II, IIA e III, deste decreto.

**§ 2º** - Para os licenciamentos de que trata o “caput” deste artigo será exigida a avaliação do meio físico na fase de Licença Prévia.

#### **SEÇÃO V** **Do preço de análise e dos prazos das licenças**

**Artigo 12** - O preço cobrado para análise dos pedidos de Licença Prévia, de Instalação e de Operação e renovação da Licença de Operação referente ao licenciamento:

**I** - simplificado será correspondente a 25 (vinte e cinco) UFESP's para a análise de cada pedido;

**II** - ordinário será correspondente a 50 (cinquenta) UFESP'S para análise de cada pedido.

**Artigo 13** - Os interessados nos empreendimentos terão prazo máximo de 2 (dois) anos para solicitar a Licença de Operação, contados da data da emissão da Licença de Instalação.

**Artigo 14** - Os interessados nos empreendimentos terão prazo máximo de 3 (três) anos para iniciar as atividades licenciadas, a contar da emissão da Licença de Operação, sob pena de caducidade das licenças concedidas.

**Artigo 15** - A Licença de Operação terá prazo de validade de 5 (cinco) anos.

#### **SEÇÃO VI** **Dos Parques Aquícolas Estaduais**

**Artigo 16** - A criação de Parques Aquícolas Estaduais deverá seguir os seguintes procedimentos:

**I** - apresentação de estudos preliminares, realizados no âmbito da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, que justifiquem tecnicamente a proposta de criação do Parque Aquícola Estadual;

**II** - análise e aprovação no âmbito do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA da proposta apresentada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento quanto à viabilidade de localização, implantação e operação do Parque Aquícola;

**III** - com base nos estudos realizados, a Secretaria do Meio Ambiente e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, por meio de resolução conjunta, declararão criado o Parque Aquícola, na qual

deverá constar:

**a)** demarcação da área e atividade aquícola que poderá ser desenvolvida;

**b)** Plano de Implantação do Parque Aquícola.

**§ 1º** - Os Parques Aquícolas Estaduais deverão ser demarcados no prazo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de publicação deste decreto.

**§ 2º** - Será instituído grupo técnico, mediante resolução conjunta dos titulares das Secretarias do Meio Ambiente, de Agricultura e Abastecimento e de Saneamento e Recursos Hídricos, para a elaboração dos critérios e procedimentos a serem adotados na elaboração do Plano de Implantação dos Parques Aquícolas Estaduais.

**Artigo 17** - O licenciamento ambiental das atividades aquícolas nos Parques Aquícolas será solicitado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento junto à CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e será efetuado para a área total do Parque, observada, no que couber, a legislação federal vigente.

**§ 1º** - Caberá à Secretaria de Agricultura e Abastecimento proceder ao levantamento dos dados necessários à operação dos empreendimentos, de modo a possibilitar o monitoramento da qualidade da água, respeitadas para tanto a legislação específica e as regras constantes de resolução do Secretário do Meio Ambiente, a ser editada no prazo de 30 (trinta) dias, contados da data de publicação deste decreto.

**§ 2º** - Com base no licenciamento ambiental do Parque Aquícola, conforme previsto no "caput" deste artigo, os empreendedores interessados poderão implantar e operar suas atividades.

**Artigo 18** - A Secretaria de Agricultura e Abastecimento fará o gerenciamento da implantação e operação dos Parques Aquícolas para garantir o atendimento das condições de funcionamento estabelecidas no ato de sua criação e na licença ambiental expedida.

**Artigo 19** - O monitoramento e controle ambiental das atividades nas áreas dos Parques Aquícolas Estaduais será realizado pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

**Artigo 20** - A falta de delimitação e implantação dos Parques Aquícolas Estaduais não constituirá motivo para o indeferimento liminar de pedido de uso de águas públicas do Estado.

**Artigo 21** - Fica ratificada a criação dos Parques Aquícolas Estaduais nos reservatórios de Bariri, Ibitinga, Nova Avanhandava, Promissão e Três Irmãos efetuada pelo artigo 10 do Decreto estadual nº 60.582, de 27 de junho de 2014, aplicando-se a eles os regramentos e prazos previstos no presente decreto.

## **SEÇÃO VII** **Disposições Finais**

**Artigo 22** - O licenciamento ambiental de empreendimentos de maricultura em Zona Costeira deverá observar os critérios e limites definidos nos instrumentos normativos de uso dos recursos pesqueiros.

**Artigo 23** - Os empreendimentos enquadrados neste decreto deverão atender às seguintes exigências:

**I** - a implantação ou a regularização de projetos de aquicultura em barramentos dependerá da outorga ou cadastro para utilização do recurso hídrico relativa ao barramento, nos termos da legislação vigente;

**II** - a implantação ou continuidade da aquicultura em tanques redes, barramentos ou cavas de mineração somente será admitida em corpos d'água da classe 2 que atendam aos padrões de qualidade estabelecidos por resolução do CONAMA para o parâmetro de fósforo total.

**§ 1º** - A constatação do não atendimento ao disposto no inciso II deste artigo, no tocante à aquicultura em tanques redes e barramento, facultará ao interessado promover, às suas expensas, o competente estudo técnico com vistas a demonstrar, nos termos da resolução CONAMA, que a quantidade de fósforo potencialmente lançada pela respectiva atividade do empreendedor identificado deverá ser compensada pela diminuição do lançamento de fósforo decorrente de fontes de poluição difusa indevidamente lançada no respectivo corpo d'água.

**§ 2º** - O estudo técnico a que se refere o parágrafo anterior deverá ser iniciado no prazo de até 90 (noventa) dias contados do recebimento pelo empreendedor da notificação pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo do não atendimento à exigência contida no inciso II e deverá ser concluído no prazo de até 18 (dezoito) meses da data da notificação, sob pena de

determinação do encerramento da atividade.

**Artigo 24** - No caso de empreendimentos de aquicultura localizados em águas de domínio da União, além do disposto neste decreto, deverão ser atendidas as normas específicas para a obtenção de autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União.

**Parágrafo único** - Nos empreendimentos de aquicultura localizados em água de domínio da União, a CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo aceitará como documento hábil para dar início ao procedimento de licenciamento o protocolo realizado junto ao Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento, com a indicação das coordenadas geográficas do perímetro externo da área aquícola.

**Artigo 25** - Os empreendimentos a que se referem os artigos 10 e 11 deste decreto considerados pré-existentes, deverão ser adequados ao presente decreto, respeitada a legislação em vigor, mediante a solicitação, pelo interessado, de Licença de Operação junto à CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

**§ 1º** - Consideram-se pré-existentes os empreendimentos que:

1. estavam em operação antes de 30 de junho de 2009, data da publicação da Resolução CONAMA nº 413/2009;

2. obtiveram cessão de uso emitida pelo Ministério da Pesca e Aquicultura ou Secretaria do Patrimônio da União, ou apresentarem Declaração de Produtor Rural emitida pela Secretaria da Fazenda, antes de 14 de novembro de 2012.

**§ 2º** - Os empreendimentos a que se refere o "caput" deste artigo terão o prazo de 1 (um) ano, a contar da data da publicação deste decreto, para solicitar a Licença de Operação na CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, a qual durante o período ficará voltada para ações de orientação e monitoramento.

**§ 3º** - Tendo o interessado protocolado pedido de Licença de Operação, com a documentação adequada, o empreendimento não poderá ser autuado, em razão de ausência de licenciamento, até análise final do pedido de adequação solicitado junto à CETESB - Companhia Ambiental de São Paulo.

**§ 4º** - Caso haja o indeferimento do pedido de licença de operação para empreendimento de aquicultura pré-existente, o empreendedor terá o prazo de 6 (seis) meses para efetivar a sua completa desativação, desde que apresente um Plano de Desativação da atividade.

**Artigo 26** - Os empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental em atendimento ao presente decreto e que tenham obtido anteriormente manifestação de dispensa de licenciamento ambiental emitida pela Secretaria do Meio Ambiente nos termos da legislação vigente à época, terão o prazo de 1 (um) ano, a contar da data da publicação deste decreto, para solicitar a Licença de Operação.

**Artigo 27** - Ficam asseguradas, nas áreas de aquicultura objeto deste decreto, a limpeza e a manutenção de viveiros e barramentos, com ou sem uso de máquinas, desde que não impliquem supressão de vegetação nativa e que a disposição do material dragado ocorra fora de área de preservação permanente.

**Artigo 28** - O Secretário do Meio Ambiente e o Secretário de Agricultura e Abastecimento, por meio de resolução conjunta:

I - poderão incluir, após os devidos estudos técnicos, novos tipos de empreendimentos nas relações constantes dos artigos 7º, 10 e 11 deste decreto;

II - instituirão grupo de trabalho técnico para analisar as metodologias e periodicidade do monitoramento da qualidade da água, observadas as regras do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, do qual deverão participar, pelo menos, representantes das Secretarias do Meio Ambiente, de Agricultura e Abastecimento e de Saneamento e Recursos Hídricos, bem como representantes do setor produtivo.

**Artigo 29** - Este decreto entra em vigor na data de sua publicação, ficando revogadas as disposições em contrário, em especial o Decreto nº 60.582, de 27 de junho de 2014.

Palácio dos Bandeirantes, 1º de novembro de 2016

GERALDO ALCKMIN

Arnaldo Calil Pereira Jardim

Secretário de Agricultura e Abastecimento

Ricardo de Aquino Salles

Secretário do Meio Ambiente

Benedito Braga

Secretário de Saneamento e Recursos Hídricos

Samuel Moreira da Silva Junior

Secretário-Chefe da Casa Civil  
Saulo de Castro Abreu Filho  
Secretário de Governo  
Publicado na Secretaria de Governo, a 1º de novembro de 2016.

## **ANEXO I**

### **a que se refere o § 3º do artigo 10 do Decreto Nº 62.243, de 1º de novembro de 2016**

#### **I - DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA O LICENCIAMENTO SIMPLIFICADO:**

- 1 - Impresso denominado "Solicitação de" devidamente preenchido e assinado. (consultar página da CETESB na internet).
- 2 - Procuração: quando for o caso de terceiros representando a empresa, apresentar o documento assinado pelo responsável da empresa. (consultar página da CETESB na internet).
- 3 - Registro de Aquicultor no Registro Geral da Atividade Pesqueira - RGP, do Ministério da Pesca e Aquicultura.
- 4 - No caso de empreendimentos localizados em águas de domínio da União, deverá ser apresentado protocolo de "pedido" ou a Outorga da Agência Nacional de Água - ANA, para empreendimentos localizados em águas continentais.
- 5 - Para Municípios localizados na Região Metropolitana de São Paulo - para saber quais são os Municípios consulte a página da CETESB na internet. Manifestação do órgão ou entidade responsável pelo sistema público de esgotos, contendo o nome da Estação de Tratamento de Esgotos que atenderá o empreendimento a ser licenciado. Caso a estação não esteja implantada, informar em qual fase de implantação se encontra e a data final da implantação (se houver utilização de edificação associada ao empreendimento).
- 6 - Apresentar cópia do projeto para autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União ou do Estado, protocolado, respectivamente, no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e na Autoridade Marítima (Capitania dos Portos).
- 7 - Memorial de Caracterização do Empreendimento - MCE de Aquicultura - 1 via impressa. (consultar página da CETESB na internet).

## **ANEXO II**

### **a que se refere o § 1º do artigo 11 do Decreto Nº 62.243, de 1º de novembro de 2016**

#### **I - DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA O LICENCIAMENTO ORDINÁRIO:**

- 1 - Impresso denominado "Solicitação de" devidamente preenchido e assinado. (consultar página da CETESB na internet).
- 2 - Procuração: quando for o caso de terceiros representando a empresa, apresentar o documento assinado pelo responsável da empresa. (consultar página da CETESB na internet).
- 3 - Cópia do contrato social, registrado na Junta Comercial do Estado - JUCESP (exceto para empresas recém constituídas).  
Obs.: Em caso de alteração de endereço (transferência da empresa para outro imóvel) ou alteração de atividade (alteração de atividade no mesmo imóvel), poderá ser apresentada uma minuta da alteração contratual que será registrada na Junta Comercial do Estado de São Paulo - JUCESP, acompanhada de cópia do contrato social anterior registrado na Junta Comercial do Estado de São Paulo - JUCESP. Por ocasião da análise do pedido de Licença de Operação, deverá ser apresentada a cópia da alteração contratual registrada na Junta Comercial do Estado de São Paulo - JUCESP.
- 4 - Certidão da Prefeitura Municipal Local: Certidão de uso e ocupação do solo emitida pela Prefeitura Municipal, com prazo de validade. Na hipótese de não constar prazo de validade, será aceita certidão emitida até 180 dias antes da data do pedido da licença.  
Obs: Está suspensa, temporariamente, a exigibilidade de apresentação da certidão municipal de uso e ocupação do solo para processos de licenciamento ambiental de empreendimentos situados no Município de São Paulo, exceto aqueles que desenvolvam as atividades aqui definidas e estejam localizados em Área de Proteção aos Mananciais. (consultar página da CETESB na internet).

5 - Registro de Aquicultor no Registro Geral da Atividade Pesqueira - RGP, do Ministério da Pesca e Aquicultura.

6 - No caso de empreendimentos localizados em águas de domínio da União, deverão ser apresentados: protocolo de "solicitação de" ou Manifestação da Secretaria do Patrimônio da União - SPU, conforme legislação pertinente ou, se houver, cessão de uso emitida pelo Ministério da Pesca e Aquicultura; protocolo de "pedido de" ou outorga da Agência Nacional de Águas - ANA, para empreendimentos localizados em águas continentais.

7 - Manifestação do órgão ambiental municipal: Manifestação do órgão ambiental municipal, nos termos do disposto na Resolução SMA nº 22, de 15 de abril de 2009, artigo 5º, e na Resolução CONAMA 237/1997, artigo 5º, emitida, no máximo, até 180 dias antes da data do pedido de licença. Na impossibilidade de emissão dessa manifestação, a Prefeitura Municipal deverá emitir documento declarando tal impossibilidade, nos termos do disposto no § 2º do artigo 5º da Resolução SMA nº 22, de 15 de abril de 2009.

8 - Para Municípios localizados na Região Metropolitana de São Paulo - para saber quais são os Municípios consulte página da CETESB na internet.

9 - Manifestação do órgão ou entidade responsável pelo sistema público de esgotos, contendo o nome da Estação de Tratamento de Esgotos que atenderá o empreendimento a ser licenciado. Caso a estação não esteja implantada, informar em qual fase de implantação se encontra e a data final da implantação (se houver utilização de edificação associada ao empreendimento).

10 - Memorial de Caracterização do Empreendimento - MCE de Aquicultura - 1 via impressa. (consultar página da CETESB na internet).

11 - Estudo Ambiental Simplificado - Atividade Aquícola - Anexo IIA:

## **ANEXO IIA**

**a que se refere o § 1º do artigo 11 do Decreto Nº 62.243, de 1º de novembro de 2016**

### **ESTUDO AMBIENTAL SIMPLIFICADO - EAS ATIVIDADE AQUÍCOLA**

1 - Identificação do empreendedor e do responsável técnico do empreendimento.

2 - Localização do empreendimento: Mapa de localização da área com escala preferencialmente entre 1:10.000 e 1:50.000, mostrando a confrontação da obra em relação à área circunvizinha. Deverão ser utilizadas cartas oficiais. Deverá ser considerada, também, a existência de zoneamento marinho, se houver.

3 - Características técnicas do empreendimento (descrever todo manejo produtivo):

a) Descrição da distribuição e do número de estruturas de cultivos propostos, informando a quantidade, a área, a profundidade média e o volume total das estruturas;

b) Descrição do processo produtivo adotado;

c) Métodos de controle da disseminação dos espécimes mantidos sob cultivo, quando couber.

d) Planta planialtimétrica da propriedade que apresente os corpos d'água (nascentes, córregos, rios, lagos e represas) com a delimitação da(s) faixa(s) de APP. Planta do projeto com legenda contendo a estrutura aquícola pretendida alocando-se os tanques, barragens, estruturas e construções que façam parte do projeto.

4 - No caso de empreendimentos implantados em corpos de água (por exemplo, tanque rede), apresentar:

a) Posição em coordenadas geográficas: Informar a posição em coordenadas geográficas (referenciadas ao Datum Horizontal SAD-69) do perímetro externo do conjunto de petrechos; o período de utilização; a vida útil do equipamento; o tipo de sinalização; indicação da profundidade média local. A posição em coordenadas geográficas deverá estar em conformidade com as informações prestadas pelo interessado ao Ministério da Pesca e Aquicultura, no sistema RGP - Registro Geral da Atividade Pesqueira;

b) Planta do perímetro externo do empreendimento: Planta do perímetro externo do empreendimento com escala preferencialmente entre 1:100 e 1:500, ou em escala menor de até no máximo 1:5.000, desde que caracterize perfeitamente a área pretendida. Todos os vértices da poligonal deverão ser numerados em sequência lógica em sentido horário ou anti-horário. Deverá ser especificada também a metragem de cada segmento entre os vértices, bem como as distâncias conhecidas das amarrações em relação à costa marítima ou às margens dos rios



nacionais, dos costões e das praias (deverá ser elaborada conforme as exigências constantes da Norma da Autoridade Marítima que trata dos procedimentos para a realização de obras sob/sobre e às margens das águas sob jurisdição brasileira);

c) Planta de construção de equipamentos: Planta de construção de equipamentos na escala entre 1:50 e 1:200, podendo ser em escala menor, desde que caracterize perfeitamente os equipamentos (deverá ser elaborada conforme as exigências constantes da Norma da Autoridade Marítima que trata dos procedimentos para a realização de obras sob/sobre e às margens das águas sob jurisdição brasileira);

d) Informar se existe adensamento de empreendimentos aquícolas no corpo hídrico em questão, indicando quantos desses empreendimentos estão em operação;

e) Deferimento da Autoridade Marítima (Capitania dos Portos), para águas de domínio do Estado, ou documento do MPA referente à cessão de uso do espaço físico, para águas de domínio da União;

f) No caso de empreendimento localizado em reservatório, apresentar a anuência da concessionária ou permissionária do barramento/hidrelétrica/represa, para o uso da borda do reservatório.

5 - Descrição da infraestrutura associada a ser utilizada pelos produtores, contendo:

a) Vias de acesso;

b) Construções de apoio;

c) Área de processamento de pescado;

d) Depósitos de armazenamento de insumos e da produção, entre outros;

e) Se houver necessidade de intervenção em Área de Preservação Permanente (definida nos termos da legislação em vigor), descrever a vegetação existente na área (em caso de vegetação nativa, informar o estágio de desenvolvimento: pioneiro, inicial, médio ou avançado, conforme legislação vigente) e contabilizar a área de intervenção.

6 - Impactos ambientais:

a) Descrever os potenciais impactos ambientais gerados pelo empreendimento, indicando as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias;

b) Apresentar um Programa de Monitoramento Ambiental, exceto os empreendimentos instalados nos Parques Aquícolas Estaduais.

7 - No caso de parques aquícolas, o diagnóstico descritivo seguirá a orientação estabelecida no Plano de Demarcação e Implantação dos Parques Aquícolas Estaduais.

8 - Anexar ao Memorial de Caracterização do Empreendimento - MCE - Aquicultura (Anexo IIB-MCE) pelo menos quatro fotografias do local do empreendimento, que permitam uma visão ampla das suas condições.

9 - Roteiro de acesso até o local a ser licenciado para permitir a inspeção no local.

10 - Outorga de implantação do empreendimento emitida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE: se a atividade for desenvolvida em reservatório ou curso d'água de domínio do Estado; se houver captação de águas subterrâneas ou superficiais ou lançamento de efluentes líquidos em corpo d'água de domínio do Estado.

11 - Para solicitação de Licença Prévia em área rural, a documentação a ser entregue estará condicionada ao Cadastro Ambiental Rural - CAR.

12 - Se houver curso d'água ou nascente num raio de 100m do empreendimento - apresentar croqui detalhado, indicando a distância das edificações em relação ao(s) corpo(s) d'água e ou nascente(s).

## ANEXO III

((BOLD))a que se refere o § 1º do artigo 11 do  
Decreto Nº 62.243, de 1º de novembro de 2016((CLARO))

MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO DE AQUICULTURA  
- MCE

## INFORMAÇÕES GERAIS

## Propriedade / Empreendimento

Nome /Razão social:	
CPF/CNPJ:	
Logradouro:	
Complemento:	Bairro:
Município:	Telefone: ( )
e-mail:	

## Representante legal

Nome:	
CPF:	
Endereço para contato:	
Logradouro:	
Complemento:	Bairro
Município:	Telefone: ( )
e-mail:	

A área do Governo está em terreno da União? Sim ( ) Não ( )

## CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Informar o tipo:

- Rio  Reservatório/ Açude  
 Lago / Lagoa Natural  Estuário  
 Mar  Cultivo em área terrestre  
 Outros  Descrever

Informar os vértices do perímetro externo da área

Informar a coordenada geográfica de referência

- DAS 69  
 WGS-54  
 SIRGAS

Informar a modalidade do empreendimento

- Parque aquícola  Área aquícola  
 Área de preferência  Unidade demonstrativa  
 Outras (descrever)

Sistema de cultivo

O cultivo será realizado em sistema (assinalar uma ou mais opções)

- Intensivo  Semi-intensivo  Extensivo  
 Outros (descrever)

Atividade a ser desenvolvida no local (assinalar uma ou mais opções):

- Piscicultura em viveiros escavado  
 Pesque-pague em viveiros escavados  
 Piscicultura em tanques revestidos  
 Piscicultura em tanque-rede  
 Aquicultura com barramento  
  
 Aquicultura em recirculação  
 Ranicultura  
 Carcinocultura de água doce em tanque escavado /  
 edificado  
 Carcinocultura de água doce em tanque rede   
 Malacocultura

- ( ) Algicultura
- ( ) Cultivo de peixes ornamentais
- ( ) Produção de formas jovens
- ( ) Outras (descrever)

--

## ENGORGA

Nome da espécie	Área de cultivo (m <sup>2</sup> ) ou volume útil (m <sup>3</sup> )	Esperada			
		Produção (t/ano)	Conversão Alimentar (CA)	Nº de ciclos por ano	Quantidade de fósforo contido na ração (kg/t)

Informar os procedimentos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo (quando se aplicar)

--

## PRODUÇÃO DE FORMAS JOVENS

Nome da espécie	Área de cultivo (m <sup>2</sup> ) ou volume útil (m <sup>3</sup> )	Produção esperada (milheiro/ano)

Informar os procedimentos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo (quando se aplicar)

--

## CULTIVO DE PEIXES ORNAMENTAIS

Nome da espécie	Área de cultivo (m <sup>2</sup> ) ou volume útil (m <sup>3</sup> )	Produção esperada (milheiro/ano)

Informar os procedimentos de controle da disseminação de espécies exóticas e alóctones a serem empregados durante o cultivo (quando se aplicar)



--

Caracterização das estruturas de cultivo a serem instalados

Tipo de dispositivo	Quantidade	Forma	Dimensões	Área (m <sup>2</sup> )	Volume útil (m <sup>3</sup> )

\*Informe a área total destinada para cultivo da espécie

Informar para cada tipo de dispositivo acima instalado os materiais utilizados para confecção (madeira, aço, PVC, etc...) com as respectivas medidas, o tipo de estrutura de flutuação e o tipo de estrutura de ancoragem. Para os casos de long-lines, informar material utilizado na confecção do cabo-mestre com respectiva medida.

--

Informar os materiais utilizados para a confecção da rede malha dos dispositivos acima instalados (madeira, aço, PVC, etc...) com as respectivas medidas de malha. Para os casos de long-lines, informar material utilizado na confecção de lanternas com número de andares e o tipo de bandejas e de cordas com respectivas medidas de comprimento e largura.

--

Declaração

Declaro, sob as penas da Lei, que todas as informações aqui contidas e todos os documentos que acompanham este memorial são a expressão da verdade.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

ASSINATURA DO PROPRIETÁRIO OU  
RESPONSÁVEL LEGAL

# *ANEXO 2*



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

**Portaria**

Dispõe sobre a lista de espécies aquícolas alóctones, exóticas e híbridos cultiváveis no Estado de São Paulo

O Diretor do Instituto de Pesca, no uso de suas competências legais, em atendimento ao artigo 5º, do Decreto estadual nº 62.243, de 01 de novembro de 2016, e à Resolução SAA - 73, de 24-11-2016 que dispõe sobre critérios e procedimentos a serem seguidos pelo Instituto de Pesca para a edição e revisão da lista de espécies alóctones, exóticas e híbridos, cujo cultivo está permitido, e os locais autorizados para o cultivo de cada espécie;

Considerando a Portaria 145/98 do IBAMA que estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura;

Considerando a importância da atividade de aquicultura com fins de ornamentação e de aquariorfilia, com observância à sustentabilidade baseada de maneira integrada em aspectos ambientais, econômicos e sociais;

Considerando o modelo de ordenamento pesqueiro utilizado no Brasil, onde o Ministério do Meio Ambiente- MMA, em conjunto com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, estabelecem as espécies continentais e marinhas que podem ser capturadas e comercializadas com finalidade de ornamentação e de aquariorfilia;

Considerando a Instrução Normativa IBAMA nº 202, de 22 de outubro de 2008, que estabelece normas, critérios e padrões para exploração com finalidade ornamental e de aquariorfilia de peixes nativos ou exóticos de águas marinhas e estuarinas;

Considerando a Instrução Normativa IBAMA nº204, de 22 de outubro de 2008 que estabelece normas, critérios e padrões para exploração com finalidade ornamental e de aquariorfilia de exemplares vivos de raias nativas de água continental Família Potamotrygonidae;

Considerando a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº01, de 03 de janeiro de 2012, que estabelece normas, critérios e padrões para exploração de peixes nativos ou exóticos de águas continentais com finalidade de ornamentação e de aquariorfilia;

Considerando os Dados dos levantamentos no Estado de São Paulo publicados pelo Instituto de Pesca de 1994 a 2009, entre outras publicações;

Considerando as declarações das Associações de Classe e Colônias de Pescadores de águas continentais do Estado de São Paulo;





**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

Considerando as discussões do Grupo de Trabalho do Instituto de Pesca para Estudos de Espécies Exóticas no Estado de São Paulo criado pela Portaria de 11-4-2016 e da Comissão Técnica de Aquicultura criada pela Resolução SAA - 27, de 26-6-2015;

Considerando a existência de diferentes sistemas de cultivo de espécies aquícolas no Estado de São Paulo e os objetivos das criações (commodities, ornamentação, lazer, etc);

Considerando que para a avaliação dos possíveis impactos socioeconômicos e ambientais (impactos nas espécies nativas e possível constatação de bioinvasão), bem como a implantação de medidas mitigadoras de escapes em aquiculturas já existentes, deverão ser realizados estudos conduzidos por técnicos especializados, que contemplem as informações sobre o monitoramento da atividade (aquicultura e pesque-pague) ao longo do tempo, bem como o monitoramento pesqueiro continental (rios, lagos e reservatórios) e marinho e das áreas envolvidas; e

Considerando que a presença de uma determinada espécie em um corpo d'água pode compreender tanto espécies acidentais como constantes, ou seja, que a simples ocorrência da mesma não indica que esta se encontra estabelecida;

**RESOLVE:**

Artigo 1º - Definir, por meio dos Anexos I (A, B e C), II e III, a ocorrência das espécies alóctones, exóticas e híbridos cultiváveis no Estado de São Paulo.

Artigo 2º - Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação

28 de novembro de 2016

Diretor Técnico de Departamento  
Instituto de Pesca/APTA/SAA

**ANEXO I  
LISTA DE ESPÉCIES AQUÁTICAS EXÓTICAS, ALÓCTONES E HÍBRIDOS  
CULTIVÁVEIS NAS BACIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**A - BACIA DO RIO PARANÁ**



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

ESPÉCIE		SISTEMA DE CULTIVO		
Nome comum	Nome científico	Tanque-rede em reservatório	Barramento/ Pesque-pague	Viveiro escavado/ Alvenaria
<b>Peixes</b>				
Bagre do Canal	<i>Ictalurus punctatus</i>		x	x
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>		x	
Cachara	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>	x	x	x
Carpa cabeça grande	<i>Aristichthys nobilis</i>		x	x
Carpa comum	<i>Cyprinus carpio</i>		x	x
Carpa prateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		x	x
Carpa-capim	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		x	x
Clarias	<i>Clarias gariepinus</i>		x	x
Curimatá do São Francisco	<i>Prochilodus marginatus</i>		x	x
Jundiá Amazônico	<i>Leiarius marmoratus</i>		x	x
Jurupensém	<i>Sorubim lima</i>		x	x
Matrinxã	<i>Brycon amazonicus</i>		x	x
Panga	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>			x
Patinga	<i>Pacu x Pirapitinga</i>	x	x	x
Piauçu ou Piavuçu	<i>Leporinus macrocephalus</i>		x	x
Pintado da Amazônia	<i>Cachara x Jundiá</i>	x	x	x
Piraputanga	<i>Brycon hilarii</i>		x	x
Pirarara	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>		x	x
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>		x	x
Tambacu	<i>Tambaqui x Pacu</i>	x	x	x
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>		x	x
Tambatinga	<i>Tambaqui x Pirapitinga</i>		x	x
Tilápia do Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	x	x	x
Trairão	<i>Hoplias lacerdae</i>		x	x
Truta arco-íris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		x	x
Tucunaré	<i>Cichla spp</i>		x	x
<b>Anfíbios</b>				
Rã-touro	<i>Lithobates catesbeianus</i>			x
<b>Crustáceos</b>				
Camarão amazônico	<i>Machrobrachium amazonicum</i>			x
Camarão branco-do-pacífico	<i>Litopenaeus vannamei</i>			x
Camarão da Malásia	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>			x

Obs: Todas as espécies listadas poderão ser cultivadas em sistemas de recirculação/fechado

B - BACIA DO ATLÂNTICO SUDESTE	
ESPÉCIE	SISTEMA DE CULTIVO



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

Nome comum	Nome científico	Tanque-rede em reservatório	Barramento/ Pesque-pague	Viveiro escavado/ Alvenaria
Bagre do Canal	<i>Ictalurus punctatus</i>		x	x
Carpa cabeça grande	<i>Aristichthys nobilis</i>		x	x
Carpa comum	<i>Cyprinus carpio</i>		X	x
Carpa prateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		x	x
Carpa-capim	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		x	x
Clarias	<i>Clarias gariepinus</i>		x	x
Curimatá do São Francisco	<i>Prochilodus marggravii</i>		x	x
Dourado	<i>Salminus brasiliensis</i>		x	x
Jundiá do Sul	<i>Rhamdia quelen</i>		x	x
Matrinxã	<i>Brycon amazonicus</i>		x	x
Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	x	x	x
Panga	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>			x
Patinga	<i>Pacu x Pirapitinga</i>	x	x	x
Piaçu ou Piavuçu	<i>Leporinus macrocephalus</i>		x	x
Pintado da Amazônia	<i>Cachara x Jundiá</i>	x	x	x
Piraputanga	<i>Brycon hilarii</i>		x	x
Pirarara	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>		x	x
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>		x	x
Tambacu	<i>Tambaqui x Pacu</i>	x	x	x
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>		x	x
Tambatinga	<i>Tambaqui x Pirapitinga</i>		x	x
Tilápia do Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	x	x	x
Trairão	<i>Hoplias lacerdae</i>		x	x
Truta arco-íris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		x	x
<b>Anfíbios</b>				
Rã-touro	<i>Lithobates catesbeianus</i>			x
<b>Crustáceos</b>				
Camarão amazônico	<i>Machrobrachium amazonicum</i>			x
Camarão branco-do-pacífico	<i>Litopenaeus vannamei</i>			x
Camarão da Malasia	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>			x

Obs: Todas as espécies listadas poderão ser cultivadas em sistemas de recirculação/fechado

C - BACIA DO ATLÂNTICO SUL	
ESPÉCIE	SISTEMA DE CULTIVO



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

Nome comum	Nome científico	Tanque-rede em reservatório	Barramento/ Pesque-pague	Viveiro escavado/ Alvenaria
Bagre do Canal	<i>Ictalurus punctatus</i>		x	x
Cachara	<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>			x
Carpa cabeça grande	<i>Aristichthys nobilis</i>		x	x
Carpa comum	<i>Cyprinus carpio</i>		X	x
Carpa prateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		x	x
Carpa-capim	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		x	x
Clarias	<i>Clarias gariepinus</i>		x	x
Curimatã do São Francisco	<i>Prochilodus marggravii</i>		x	x
Dourado	<i>Salminus brasiliensis</i>		x	x
Jundiá Amazônico	<i>Leiarius marmoratus</i>		x	x
Jundiá do Sul	<i>Rhamdia quelen</i>		x	x
Matrinxã	<i>Brycon amazonicus</i>		x	x
Pacu	<i>Piaractus mesopotamicus</i>	x	x	x
Panga	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>			x
Patinga	<i>Pacu x Pirapitinga</i>	x	x	x
Piauçu ou Piavuçu	<i>Leporinus macrocephalus</i>		x	x
Pintado da Amazônia	<i>Cachara x Jundiá</i>	x	x	x
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>		x	x
Tambacu	<i>Tambaqui x Pacu</i>	x	x	x
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>		x	x
Tambatinga	<i>Tambaqui x Pirapitinga</i>		x	x
Tilápia do Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>	x	x	x
Trairão	<i>Hoplias lacerdae</i>		x	x
Truta arco-íris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		x	x
<b>Anfíbios</b>				
Rã-touro	<i>Lithobates catesbeianus</i>			x
<b>Crustáceos</b>				
Camarão amazônico	<i>Machrobachium amazonicum</i>			x
Camarão branco-do-pacífico	<i>Litopenaeus vannamei</i>			x
Camarão da Malásia	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>			x

Obs: Todas as espécies listadas poderão ser cultivadas em sistemas de recirculação/fechado



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

**LISTA DE ESPÉCIES AQUÁTICAS EXÓTICAS, CULTIVÁVEIS NO LITORAL DE SÃO PAULO**

<b>ESPÉCIES MARINHAS DO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO</b>	
<b>Moluscos</b>	
<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>
Ostra japonesa ou do Pacífico	<i>Crassostrea gigas</i>
<b>Algas</b>	
Macroalga	<i>Kappaphycus alvarezzi</i>



**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGENCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**

Av. Francisco Matarazzo, 455 Cx.P. 61070 CEP 05001-970

Parque da Água Branca – São Paulo-SP

Tel. (011) 3871-7542/3871-7531 e-mail- [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br)

**LISTA DE ESPÉCIES AQUÁTICAS EXÓTICAS, CULTIVÁVEIS PARA FINS DE ORNAMENTAÇÃO E AQUARIOFILIA NO ESTADO SÃO PAULO**

<b>ORNAMENTAÇÃO E AQUARIOFILIA</b>			
<b>Nome popular</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Viveiro escavado/ Alvenaria</b>	<b>Recirculação/ Sistemas fechados</b>
Apaiari ou oscar	<i>Astronotus spp</i>	x	x
Arraia	<i>Potamotrygon leopoldi</i>	x	x
Arraia	<i>Potamotrygon henlei</i>	x	x
Arraia	<i>Potamotrygon motoro</i>	x	x
Arraia	<i>Potamotrygon hystrix</i>	x	x
Arraia	<i>Potamotrygon shoederi</i>	x	x
Aruanã	<i>Osteoglossum spp</i>	x	x
Botia lohachata	<i>Botia almorhae</i>	x	x
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	x	x
Cascudo Abacaxi	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	x	x
Cinolébias boquermani	<i>Simpsonichthys bokermanni</i>		x
Cinolébias cianeus	<i>Austrolebias cyaneus</i>		x
Cinolébias constâncie	<i>Simpsonichthys constanciae</i>		x
Cinolébias magnificus	<i>Simpsonichthys magnificus</i>		x
Cinolébias melanotênia	<i>Cynopoecilus melanotaenia</i>		x
Cinolébias whitei	<i>Nematolebias whitei</i>		x
Cinolébias zonatus	<i>Simpsonichthys zonatus</i>		x
Flying fox	<i>Epalzeorhynchus kalopterus</i>	x	x
Jacundá	<i>Crenicichla spp</i>	x	x
Jejum	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	x	x
Kinguio, telescópio, cometa	<i>Carassius auratus</i>	x	x
Labeo frenatus	<i>Epalzeorhynchus frenatum</i>	x	x
Pacu prata ou CD	<i>Metynnis maculatus</i>	x	x
Panga	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	x	x
Paulistinha ou zebrafish	<i>Danio rerio</i>	x	x
Peixe Palhaço	<i>Amphiprion spp</i>		x
Tetra	<i>Hyphessobrycon griemi</i>	x	x
Tetra Red Cherry	<i>Hyphessobrycon sp</i>	x	x
Tricogaster	<i>Osphronemus goramy</i>	x	x
<b>Anfibios</b>			
Axolote	<i>Ambystoma mexicanum</i>		x
Xenopus	<i>Xenopus laevis</i>		x

# *APÊNDICES*

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
	1-1	-	-	X	X	X	-	X	-	X	HA
	1-2	X	-	X	-	X	-	X	-	X	HA
	1-3	X	-	X	-	X	-	X	-	X	HA
	1-4	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-5	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-6	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	1-7	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-8	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-9	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-10	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-11	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-12	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-13	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-14	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-15	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-16	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-17	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-18	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	1-19	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
Banca 1 Híbridos	1-20	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-21	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-22	X	-	X	-	-	-	-	-	-	HA
	1-23	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-24	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-25	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-26	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-27	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-28	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	1-29	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	1-30	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-31	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-32	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-33	-	X	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-34	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-35	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-36	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	1-37	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-38	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	1-39	-	X	X	-	X	X	X	-	X	HA
	1-40	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e *TB*: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.



Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	
Banca 2 <i>Collossoma macropomum</i>	2-1	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-2	X	-	X	-	-	-	X	-	X	HF1
	2-3	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-4	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-5	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	2-6	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-7	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-8	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-9	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-10	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA
	2-11	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	2-12	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-13	-	X	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-14	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	2-15	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	2-16	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	2-17	-	-	-	-	X	X	-	-	-	HF1
	2-18	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-19	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	2-20	-	X	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-21	-	X	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-22	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-23	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	2-24	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-25	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	2-26	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-27	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-28	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	2-29	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-30	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-31	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-32	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-33	X	-	X	-	X	X	-	X	X	HA
	2-34	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-35	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-36	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA
	2-37	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	2-38	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
Banca 3	3-1	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1
Híbridos	3-2	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA

Pm: *Piaractus mesopotamicus*, Pb: *Piaractus brachypomus*, Cm e TB: *Collossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética	
		Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm		
Banca 3 Híbridos	3-3	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1	
	3-4	X	-	X	X	-	X	-	X	X	HA	
	3-5	-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA	
	3-6	X	-	X	-	X	X	-	X	X	HA	
	3-7	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1	
	3-8	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1	
	3-9	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA	
	3-10	X	-	X	-	X	X	-	X	X	HA	
	3-11	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1	
	3-12	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1	
	3-13	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1	
	3-14	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA	
	3-15	X	-	X	-	X	X	-	X	X	HA	
	3-16	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1	
	3-17	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA	
	3-18	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1	
	3-19	X	-	X	X	-	X	-	X	X	HA	
	3-20	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA	
	3-21	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1	
	3-22	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA	
	Banca 4 <i>Colossoma macropomum</i>	4-1	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
		4-2	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
4-3		-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1	
4-4		X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA	
4-5		-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA	
4-6		X	-	-	X	-	X	X	-	X	HF1	
4-7		-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA	
4-8		X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1	
4-9		-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA	
4-10		X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1	
4-11		-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA	
4-12		-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA	
4-13		-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA	
4-14		-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA	
4-15		-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA	
4-16		X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1	
4-17		X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA	
4-18		X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA	
4-19		-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA	
4-20		-	X	X	X	-	X	X	-	X	HA	

Pm: *Piaractus mesopotamicus*, Pb: *Piaractus brachypomus*, Cm e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	
Banca 4 <i>Colossoma macropomum</i>	4-21	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-22	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-23	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-24	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	4-25	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-26	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	4-27	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-28	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-29	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	4-30	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	4-31	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	4-32	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	4-33	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	4-34	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	4-35	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	4-36	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
Banca 5 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	5-1	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	5-2	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	5-3	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-4	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	5-5	-	X	X	-	X	X	-	X	X	HF1
	5-6	X	-	X	X	-	X	X	-	X	HF1
	5-7	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	5-8	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	5-9	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	5-10	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	5-11	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	5-12	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-13	-	X	X	X	-	X	-	X	X	HA
	5-14	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	5-15	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-16	-	-	-	X	-	X	X	-	X	HF1
	5-17	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	5-18	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	5-19	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	5-20	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	5-21	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-22	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-23	-	-	X	X	-	X	X	-	X	HA
	5-24	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1

Pm: *Piaractus mesopotamicus*, Pb: *Piaractus brachypomus*, Cm e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
Banca 5 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	5-25	X	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
	5-26	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	5-27	-	-	X	-	X	X	X	-	X	HA
Banca 6 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	6-1	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-2	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-3	X	-	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-4	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-5	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-6	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-7	X	X	-	X	X	-	-	X	-	HA
	6-8	X	X	-	-	-	-	-	X	-	HA
Banca 7 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	7-1	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	7-2	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	7-3	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	7-4	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-5	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-6	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-7	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-8	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-9	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-10	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-11	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-12	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-13	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-14	-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB
	7-15	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-16	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-17	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-18	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	7-19	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-20	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-21	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-22	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-23	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	7-24	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-25	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-26	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-27	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-28	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-29	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
<b>Banca 7</b> <i>Piaractus mesopotamicus</i>	7-30	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-31	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	7-32	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-33	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-34	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	7-35	-	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	7-36	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
<b>Banca 8</b> <i>Piaractus mesopotamicus</i>	8-1	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-2	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	8-3	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-4	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-5	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-6	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-7	X	-	X	-	-	-	-	-	-	HF1
	8-8	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-9	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	8-10	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-11	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	8-12	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	8-13	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	8-14	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-15	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-16	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-17	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-18	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-19	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-20	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-21	-	-	-	X	-	X	-	-	-	HF1
	8-22	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-23	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	8-24	-	X	X	X	-	X	-	-	-	HA
	8-25	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
<b>Banca 9</b> <i>Piaractus mesopotamicus</i>	9-1	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	9-2	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	9-3	X	-	X	-	X	X	-	-	-	HA
	9-4	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	9-5	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	9-6	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
<b>Banca 10</b> <i>Colossoma macropomum</i>	10-1	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	10-2	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e *TB*: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética	
		Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm	Pm	Pb	Cm		
Banca 10 <i>Colossoma macropomum</i>	10-3	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-4	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-5	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-6	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-7	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-8	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-9	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-10	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-11	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-12	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-13	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-14	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-15	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-16	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-17	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-18	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-19	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-20	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-21	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-22	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-23	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-24	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-25	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	10-26	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
	Banca 11 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	11-1	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
		11-2	-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB
11-3		X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1	
11-4		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-5		-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1	
11-6		-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB	
11-7		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-8		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-9		X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1	
11-10		-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA	
11-11		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-12		X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1	
11-13		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-14		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-15		-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
11-16		-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA	

Pm: *Piaractus mesopotamicus*, Pb: *Piaractus brachypomus*, Cm e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
Banca 11 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	11-17	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	11-18	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	11-19	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	11-20	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	11-21	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	11-22	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	11-23	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
Banca 12 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	12-1	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-2	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-3	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-4	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-5	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-6	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-7	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-8	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-9	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-10	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-11	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-12	X	-	X	-	-	X	-	-	-	HA
	12-13	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-14	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	12-15	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
Banca 13 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	13-1	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	13-2	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-3	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-4	-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB
	13-5	-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB
	13-6	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-7	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-8	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	13-9	-	-	X	-	-	X	-	-	-	HA
	13-10	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-11	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-12	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	13-13	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	13-14	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	13-15	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-16	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-17	-	X	X	-	X	X	-	-	-	HF1
	13-18	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e *TB*: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
Banca 13 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	13-19	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-20	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-21	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-22	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-23	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-24	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	13-25	-	X	X	-	-	X	-	-	-	HA
13-26	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB	
Banca 14 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	14-1	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	14-2	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-3	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	14-4	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	14-5	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-6	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-7	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	14-8	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-9	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-10	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	14-11	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-12	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-13	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	14-14	X	-	X	X	-	X	-	-	-	HF1
	14-15	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	14-16	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	14-17	X	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
14-18	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA	
14-19	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA	
Banca 15 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	15-1	-	-	X	-	-	-	-	-	-	TB
	15-2	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-3	-	-	X	X	-	X	-	-	-	HA
	15-4	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-5	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-6	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-7	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-8	X	-	X	-	-	X	-	-	-	HA
	15-9	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-10	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-11	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-12	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-13	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.



Identificação comercial	Identificação amostra	TROP			AZIN			APOC			Identificação Genética
		<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
Banca 15 <i>Piaractus mesopotamicus</i>	15-14	-	-	X	-	-	X	-	-	-	TB
	15-15	-	X	X	-	-	X	-	-	-	HA
	15-16	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA
	15-17	-	-	X	X	-	-	-	-	-	HA

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm* e TB: *Colossoma macropomum*, HF1: híbrido F1, HA: híbrido avançado.

Identificação amostra	CYTB			Identificação Genética
	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
1-2	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
1-3	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
1-4	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
1-5	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
1-8	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
1-10	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
1-11	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
1-16	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
2-4	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-8	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-13	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-18	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-19	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-20	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
2-21	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-1	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-2	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-3	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-4	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-7	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-8	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-12	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
3-13	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
4-5	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
4-6	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
4-8	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
4-11	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
4-16	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
4-32	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
4-33	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
6-1	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-2	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-3	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-4	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-5	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-6	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm*: *Colossoma macropomum*.

Identificação amostra	CYTB			Identificação Genética
	<i>Pm</i>	<i>Pb</i>	<i>Cm</i>	
6-7	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
6-8	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
10-10	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
10-15	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
10-20	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
10-25	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
11-5	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
11-9	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
11-17	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
11-18	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
11-21	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
12-5	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
12-12	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
12-15	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
13-1	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
13-2	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
13-3	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
13-7	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
13-8	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
13-9	-	X	-	<i>P. brachypomus</i>
13-12	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
14-2	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
14-7	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
14-10	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
14-15	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
14-16	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-3	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-4	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-5	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-6	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-7	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-8	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-9	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-10	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-16	-	-	X	<i>C. macropomum</i>
15-17	-	-	X	<i>C. macropomum</i>

*Pm*: *Piaractus mesopotamicus*, *Pb*: *Piaractus brachypomus*, *Cm*: *Colossoma macropomum*.