

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA**

**SUSTENTABILIDADE DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)
NO LITORAL DE PERNAMBUCO:
ASPECTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS**

Recife, PE / 2014.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA**

**SUSTENTABILIDADE DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)
NO LITORAL DE PERNAMBUCO:
ASPECTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS**

Autor: Thales Ramon de Queiroz Bezerra

Orientador: Ronaldo Olivera Cavalli

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Recife, PE / 2014.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

B574s Bezerra, Thales Ramon de Queiroz
 Sustentabilidade da criação de beijupirá (*Rachycentron
canadum*) no litoral de Pernambuco: aspectos econômicos,
ambientais e biológicos / Thales Ramon de Queiroz Bezerra.
– Recife, 2014.
 78 f. : il.

Orientador: Ronaldo Olivera Cavalli.
Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Pesca e Aquicultura, Recife, 2014.
Referências.

1. Piscicultura marinha 2. Viabilidade econômica
3. Desenvolvimento gonadal I. Cavalli, Ronaldo Olivera,
orientador II. Título

CDD 639

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA**

**SUSTENTABILIDADE DA CRIAÇÃO DE BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)
NO LITORAL DE PERNAMBUCO:
ASPECTOS ECONÔMICOS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICOS**

Por Thales Ramon de Queiroz Bezerra

Esta Tese foi julgada para a obtenção do título de **Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** e aprovada em 19 de fevereiro de 2014 pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo Eurico P. Travassos
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Carlos Alberto Silva – Membro externo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Prof. Dr. Luiz Flávio A. M. Filho - Membro externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Eurico Pires F. Travassos- Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme V. de Oliveira - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. William Severi - Membro interno (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez - Membro interno (Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

À minha Esposa Mary Câmara, minha
querida Mãe Suely Queiroz e meus irmãos
Tiago Queiroz e Taymon Queiroz.

AGRADECIMENTO

Ao Professor Dr. Ronaldo Olivera Cavalli, pelos ensinamentos e confiança proporcionados durante este trabalho de pesquisa.

Ao Professor Dr. Flávio Maia, do Departamento de Letras e Ciências Humanas da UFRPE, pelos ensinamentos imprescindíveis para a conclusão do capítulo de economia desta tese.

Ao amigo Dr. Fábio Hazin, por toda participação na minha vida acadêmica e profissional, desde a graduação, passando pelas oportunidades de orientações, emprego e retorno à academia para conclusão de mestrado e doutorado, o meu muitíssimo obrigado!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de pesquisa que facilitou a realização deste sonho.

Aos doutores da banca examinadora por aceitarem o convite para compor o processo de julgamento da tese apresentada.

Ao Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE pela utilização das instalações e aos professores e funcionários.

Ao amigo Ernesto Domingues pela ajuda nas coletas dos dados em mar aberto, na fase de amostragem e dicas na elaboração da tese.

Aos amigos Cézar Fernandes e Dráusio Vêras pela valiosa ajuda no trabalho de biologia reprodutiva desta tese.

Aos amigos do Laboratório de Piscicultura Marinha: Ricardo, Leilane, Willy, Carol, Larissa, Cecília, Gabriel, Tomas, Victor e Daniel, pela ajuda na coleta e triagem dos materiais.

Ao amigo Bruno Macena do Laboratório de Oceanografia Pesqueira pelas dicas e parceria.

Aos colegas de turma: Emanuell Felipe, Dijaci Araújo, Cláudio, João Paulo, Suziane Cabral, Elton e Tatiana.

RESUMO

A falta de um planejamento histórico na exploração dos recursos pesqueiros gerou uma grande “dívida” para as novas gerações, que se depara com o conflitante desafio de ter que aumentar a produção de pescado em estoques já bastante exauridos. Invariavelmente essa questão fortalece a necessidade do uso da aquicultura como atividade para resolver a relação entre demanda/oferta de pescado, sem depender diretamente dos estoques naturais. Sendo a aquicultura uma atividade importante na produção de pescado, a expansão da maricultura se torna estratégica e desta forma, existe uma forte tendência da consolidação da piscicultura marinha, sendo que o Brasil apresenta excepcionais condições para o desenvolvimento desta atividade. Entretanto, a falta de experiência nesta área vincula a escolha de espécies e de sistemas de criação que aumentem a possibilidade de sucesso, sem afetar significativamente o meio ambiente. Dentre as espécies nativas com potencial para criação em nosso país, destaca-se o beijupirá (*Rachycentron canadum*), também conhecido como “cação de escama” pelos pescadores pernambucanos. A realização do presente trabalho se justifica pela necessidade que o Brasil tem de se iniciar a atividade de criação de beijupirá em cativeiro analisando a sua viabilidade econômica em diferentes escalas, utilizando dados de investimentos iniciais e os custos de produção. Também seria imprescindível se conhecer o desenvolvimento gonadal do beijupirá criado em cativeiro e sua possibilidade de interação genética com similares selvagens e suas possíveis consequências, em caso de fuga de ovos e larvas. Informações sobre valores de investimento e custos operacionais praticados em dois projetos realizados no Brasil subsidiaram a realização da análise econômica, no qual dois sistemas de produção de beijupirá foram avaliados: um industrial (SI), com 24 gaiolas instaladas em mar aberto; e um segundo, sistema familiar (SF), contando com seis gaiolas de madeira em uma área próximo à costa. Como método de avaliação dos investimentos, utilizou-se o valor presente líquido (VPL) e o *payback time*. Foram ainda realizadas análises de sensibilidade do fator de conversão alimentar (FCA), preço de venda, preço da ração e produtividade. Nas condições aqui estabelecidas, o SI requer um investimento financeiro próximo de US\$ 1,5 milhão e demonstrou mais sensibilidade às oscilações das variáveis-chave. O SF requer um investimento inicial relativamente menor (US\$ 16,000), o que o torna mais flexível frente às possíveis variações de cenários. O VPL foi positivo para ambos os sistemas e o *payback time* foi de 3,88 anos para o SI e 2,07 anos para o SF. De forma geral, ambos os sistemas foram considerados viáveis economicamente. Para avaliação gonadal do beijupirá criado em cativeiro, foram coletados 132 exemplares entre de janeiro e setembro de 2011, com comprimento total (CT) variando entre 26,2 e 61,0 cm, e peso total (PT) entre 121 e 2.436 g. A proporção macho/fêmea foi de 1:1 e o índice gonadosomático (IGS) médio das fêmeas variou entre 0,37 e 1,38. Para os machos, os IGS médios oscilaram entre 0,25 e 0,62. A distribuição do CT e peso eviscerado (PE) entre machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas. Foram encontrados machos imaturos, em maturação e maduros. Com somente nove meses de criação não foi possível coletar fêmeas plenamente maduras, mas os resultados indicam a possibilidade de reprodução de beijupirás criados na costa de Pernambuco. O desenvolvimento dessa atividade deve considerar estratégias que minimizem ou evitem as fugas de ovos e/ou larvas para o ambiente natural como o uso de peixes triploides, de monossexo, plantéis de reprodutores com maturação tardia ou a finalização do ciclo de engorda anteriormente ao processo de maturação sexual.

Palavras chave: Piscicultura marinha, viabilidade econômica, desenvolvimento gonadal.

ABSTRACT

The lack of planning in the exploitation of fishery resources has generated a "debt" to the new generations, which are faced with the conflicting challenge of having to increase the production of fish in already exhausted fish stocks. Invariably this issue reinforces the need for aquaculture as a way to resolve the relationship between the demand and supply of fish without relying directly on the wild stocks. With the increasing importance of aquaculture as a fish production activity, the expansion of mariculture becomes strategic. Therefore, there is a strong trend of consolidation of marine fish farming, while Brazil has exceptional conditions for the development of this activity. However, the lack of experience in this area links the choice of species and culture systems that enhance the possibility of success, without significantly affecting the environment. Among the native fish species with potential for culture in Brazil, cobia (*Rachycentron canadum*) deserves full attention given its biological characteristics and market value. This Thesis is thus justified by the need to analyze the economic viability of cobia aquaculture at different production systems, using data from initial investment and production costs. It would also be essential to assess the gonadal development of captive cobia and the possibility that similar genetic interactions with wild and their possible consequences in case of eggs and larvae escape. Information about values of investment and operating costs charged on two projects in Brazil supported the realization of economic analysis, in which two cobia production systems were evaluated: an industrial (IS), where 24 cages were deployed in an open sea area, and a second, family system (FS), where six wooden cages were installed in an area near the coast. As a method for evaluating investments, we used the net present value (NPV) and payback time. Analyses of sensitivity were also estimated considering the feed conversion ratio (FCR), fish sale price, feed prices and productivity level. Subjected to the conditions herein, the IS requires a financial investment close to US\$ 1.5 million dollars and showed a higher sensitivity to the fluctuations of the key variables (FCR, fish sale prices, feed price and productivity). The FS requires a relatively lower initial investment (US\$ 16,000) and was much more flexible when facing possible variations of scenarios. The NPV was positive for both systems, and the payback time was estimated at 3.88 years and 2.07 years for the IS and SF, respectively. In general, both systems were considered economically viable. For the evaluation of gonadal development in captivity, 132 specimen were sampled between January and September 2011. Their total length (TL) ranged between 26.2 and 61.0 cm, and the total weight (TW), between 121 and 2,436 g. The female/male ratio was 1:1 and the mean gonadosomatic index (GSI) of females ranged from 0.37 to 1.38. For the males, the average IGS ranged between 0.25 and 0.62. The distribution of CT and gutted weight between males and females was not significantly different. Immature, maturing and mature males were sampled. With a rearing period of only nine months, it was not possible to sample fully mature females, but the results indicate the possibility that cobia would breed when reared in floating cages off the coast of Pernambuco, northeastern Brazil. The development of offshore cobia aquaculture should consider strategies to minimize or avoid the loss of eggs and/or larvae to the natural environment through the use of triploid fish, single sex populations, breeding stocks with delayed maturation or completion of the rearing cycle before sexual maturation is reached.

Key words: Marine Fish Farming, Economic feasibility, Gonadal development.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS	Pg
-----------------------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

Tese

Figura 1. Exemplar de beijupirá – <i>Rachycentron canadum</i> .	17
---	----

Artigo 1

Figura 1. Carga tributária direta sobre o custo total de produção (% do CTP) para um ciclo de criação de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) em gaiolas flutuantes nos sistemas de produção industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil.	51
--	----

Figura 2. Variação do preço de custo (US\$ Kg ⁻¹) e do <i>payback time</i> (anos) em função da oscilação do preço de venda (A), produtividade (B), FCA (C) e preço da ração (D) na criação do beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) em gaiolas flutuantes nos sistemas de produção industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil (Linha contínua – SI; Linha tracejada – SF).	52
---	----

Artigo 2

Figura 1 - Distribuição de frequência relativa de comprimento total (cm) dos indivíduos de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) criados em gaiolas flutuantes no mar aberto em Pernambuco.	73
---	----

Figura 2. Indicadores histológicos utilizados para avaliação de estágios maturacionais de fêmeas de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>): Imaturo (A), (4x - zoom 3x); Em maturação inicial (B1), (4x - zoom 3x); Em maturação final (B2), (4x - zoom 3x). OV – Ovogônias; CP – Ovócito em crescimento primário; CA – Cortical alveoli; Vtg1 – Ovócitos em vitelogênese inicial; Vtg2 – Ovócitos em vitelogênese avançada; (D) distribuição de frequência dos estágios gonadais em relação aos meses amostrais.	74
--	----

Figura 3. Indicadores histológicos utilizados para avaliação de estágios maturacionais de machos de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>): Em maturação (B), (4x - zoom 3x) e Maduro (C), (4x - zoom 3x). SG - Espermatogônias; ST – Espermatócitos; SZ – Espermatozóides; (D) distribuição de frequência dos estágios gonadais em relação às diferentes amostras.	75
--	----

Figura 4. Médias do (IGS) por estágio de maturação de fêmeas (A) e machos (B); e médias mensais de fêmeas (C) e machos (D) de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) criados em mar aberto em Pernambuco.	76
--	----

Figura 5. Comparativo das médias mensais do (IGS) de fêmeas de beijupirá selvagens (Domingues et al. 2007; linha contínua) e criados em cativeiro (Presente estudo; linha tracejada) no litoral de Pernambuco. 77

Figura 6. Relação entre o comprimento total e o peso dos ovários (A) e comprimento total e o peso dos testículos de beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em mar aberto em Pernambuco. 78

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1. Investimento inicial (em US\$) para a criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes no sistema industrial (SI) e no sistema familiar (SF) no Brasil. 53

Tabela 2. Custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total de produção (CTP) na criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes nos sistemas industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil. 54

Tabela 3. Produção anual, preço de venda, receita bruta, preço de custo, produção de equilíbrio, lucro operacional, valor presente líquido (VPL) e *payback time* na produção de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes nos sistemas industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil. 55

Artigo 2

Tabela 1. Número de machos e fêmeas e variação de comprimento total (CT) e peso eviscerado (PE) de beijupirá, *Rachycentron canadum*, criados em mar aberto em Pernambuco. 72

SUMÁRIO

BANCA EXAMINADORA.....	iv
DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTO	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS E TABELAS	ix
INTRODUÇÃO	12
REVISÃO DA LITERATURA	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
Artigo Científico 1	34
Artigo Científico 2	56

1 INTRODUÇÃO

2
3 Nos últimos anos, a aquicultura tem sido apontada como uma das formas mais eficientes
4 para equacionar a relação da oferta/demanda mundial por pescado. Isso se deve a alta taxa de
5 crescimento da aquicultura mundial, que tem sido de 8,9% ao ano, desde 1970, o que a coloca
6 como a atividade com o maior crescimento em todo o setor de produção de alimentos de
7 origem animal (FAO, 2013). No mesmo período, a produção da pesca cresceu apenas 1,2% e
8 os sistemas de produção de carne em terra, 2,8%.

9 Sendo a aquicultura uma atividade importante na produção de pescado, a expansão da
10 maricultura se torna estratégica, pois apesar das reservas de água doce ainda serem elevadas,
11 essas são esgotáveis, tornando-se, por isso, um bem cada vez mais valorizado. Desta forma,
12 existe uma forte tendência de expansão da maricultura, sendo que o Brasil apresenta
13 excepcionais condições para o desenvolvimento desta atividade.

14 Em vista dessa realidade, não causa surpresa que a piscicultura em mar aberto seja uma
15 das atividades emergentes no panorama mundial da aquicultura (FAO, 2008). No caso do
16 Brasil, o desenvolvimento da produção de peixes marinhos representaria um importante passo
17 para a exploração do mar territorial, o que poderia possibilitar a ampliação da produção
18 nacional de pescado.

19 Entretanto, a falta de experiência nesta área vincula a escolha de espécies e de sistemas
20 de criação que aumentem a possibilidade de sucesso, sem afetar significativamente o meio
21 ambiente. Neste caso, os critérios mais importantes a serem analisados na escolha de espécies
22 a serem empregadas na aquicultura estão relacionados às características biológicas, como alta
23 fecundidade e adaptabilidade a desova em cativeiro (Reay, 1984), rápido crescimento e
24 eficiência na conversão alimentar (Benetti et al., 2010), além de questões
25 econômicas/mercadológicas, como preço de venda e baixo tempo de retorno do capital

investido (*pay back time*) (Domingues et al., 2012). Dentre as espécies nativas com potencial para criação em nosso país, destaca-se o beijupirá (*Rachycentron canadum*), também conhecido como “cação de escama” pelos pescadores pernambucanos, que a partir dos bons resultados obtidos na sua criação em cativeiro na Ásia (Liao et al., 2004; Liao e Leaña, 2007), despertou o interesse de alguns produtores brasileiros, que passaram a considerar a criação dessa espécie. Entre as vantagens de se criar o beijuírá em cativeiro existe o fato da espécie ser nativa do litoral brasileiro (Figueiredo e Menezes, 1980), apresentar alta taxa de crescimento, bom valor de mercado, disponibilidade de tecnologias de produção de formas jovens e de engorda (Arnold et al., 2002; Holt et al., 2007; Liao e Leaña, 2007; Benetti et al., 2008; Nhu et al., 2011), converte com eficiência a ração administrada (Benetti et al., 2008), suporta oscilações de salinidade (Faulk e Holt, 2006), desova em cativeiro (Franks et al., 2001; Arnold et al., 2002; Souza-Filho e Tosta, 2008; Peregrino Junior, 2009), possui uma carne saborosa, branca e de alto valor nutricional (Sidwell, 1981; Craig et al., 2006; Liao e Leaña, 2007), entre outras. Tais características foram talvez responsáveis pelo relativo sucesso em Taiwan, Vietnã e, mais nitidamente na China (Kaiser e Holt, 2004; Liao e Leaña, 2007). Outros países também já figuram na lista dos produtores do beijupirá, tais como a França (Ilhas Mayotte e Réunion), Estados Unidos, Porto Rico, Belize, Reunião, Japão, Indonésia, México, Tailândia, Irã, República Dominicana, Bahamas, Martinica e Panamá (Liao e Leaña, 2007; Benetti et al., 2008, Cavalli et al., 2011).

Com o Brasil apresentando condições ambientais, tecnológicas e econômicas de se tornar um dos maiores produtores de pescado do mundo, através da piscicultura marinha, que se configura como geradora de emprego e renda (Brasil, 2010; Sampaio et al., 2010; Cavalli et al., 2011) e o beijupirá de se tornar um dos protagonistas dessa atividade, faz-se necessário considerar aspectos fundamentais da sua biologia reprodutiva e suas diversas implicações, além da análise de viabilidade econômica da sua criação em mar aberto.

REVISÃO DA LITERATURA

A teoria da sustentabilidade

O termo “Desenvolvimento Sustentável” foi criado pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) em 1980 (IUCN, UNEP e WWF, 1980). Na história contemporânea, uma das tentativas de se conseguir o tão sonhado “desenvolvimento sustentável” para o mundo no século XXI aconteceu em uma reunião na ONU, em 1983, com a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Layrargues, 1997). Para ser considerado sustentável, aspectos sociais, ecológicos e econômicos também devem ser levados em conta (Moldan et al., 2012), o que foi consolidado na cúpula da Terra na agenda 21 no Rio de Janeiro, Brasil (UN, 1992a) e corroborado na cúpula mundial de desenvolvimento sustentável em 2002, em Joanesburgo, África do Sul (UN, 2002). Segundo a Comissão mundial sobre Meio Ambiente, a sustentabilidade pode ser definida como o que "satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades" (WECD, 1987).

A piscicultura marinha no Brasil

As primeiras tentativas de criar peixe marinho em cativeiro no Brasil aconteceram no século XVII, durante o governo holandês de Maurício de Nassau no estado de Pernambuco (Von Ihering, 1937). Schubart (1936) contabilizou 284 viveiros de criação em Recife, Pernambuco, em 1935, identificando 21 espécies de peixes, quatro das quais consideradas de importância comercial. Schubart (1939) relatou que ao norte e ao sul de Recife existiam áreas adequadas para a construção de 500 viveiros, que poderiam produzir cerca de 80 toneladas anuais de pescado.

Apesar deste início promissor, a piscicultura marinha ainda não se tornou uma realidade comercial em nosso país, se limitando quase que exclusivamente às iniciativas de pesquisa

(Roubach et al., 2003). Ao longo dos últimos anos, vários estudos foram conduzidos sobre muitas espécies nativas do litoral brasileiro, sendo que atualmente, somente o robalo-peva (*Centropomus parallelus*) e o linguado (*Paralichthys orbignyanus*) vêm sendo sistematicamente estudados (Bianchini et al., 2005; Cerqueira, 2005). Segundo Cavalli e Hamilton (2007), outras espécies vêm sendo pesquisadas com menor intensidade, como as tainhas (*Mugil liza* e *Mugil platanus*), os lutjanídeos (*Lutjanus analis* e *L. synagris*), a garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*), o pampo (*Trachinotus marginatus*), o peixe-rei (*Odonthestes argentinensis*) e, mais recentemente, o beijupirá (*Rachycentron canadum*).

Além dessas espécies de valor comercial, o Brasil possui cerca de 8.400 km de costa, clima favorável e áreas abrigadas consideradas adequadas para a piscicultura marinha (Sanches 2008), e embora a atividade ainda não tenha se estabelecido, já ocorreram várias tentativas de implementação de sistemas extensivos (Cavalli et al., 2011). No ano de 2008, um acontecimento na atividade merece registro, pois foi quando uma empresa de Pernambuco obteve a primeira concessão para uso das águas públicas da União, através de uma licitação onerosa, que lhe garantia o direito a exploração de uma área de 169 ha por um período de 20 anos (Panorama da Aquicultura, 2008). Estava prevista a instalação de 48 gaiolas em alto mar, nas quais poderiam se produzir cerca de 4.000 toneladas de beijupirá por ano. Por questões administrativas a empresa encerrou as suas atividades no ano seguinte. Em 2009, o Ministério da Pesca e Aquicultura, juntamente com a CAPES, Petrobrás e CNPq financiaram um projeto de pesquisa/extensão, para instalação de gaiolas flutuantes em mar aberto no litoral do estado de Pernambuco em um processo de cessão de águas públicas para fins aquícolas, com a participação de pescadores artesanais (Cavalli et al., 2011). Um dos objetivos desse projeto era que os pescadores se apropriassem dos procedimentos técnicos e das estruturas físicas e mantivessem as atividades fato que não aconteceu. Uma terceira cessão de águas públicas foi concedida à Bahia Pesca para instalar gaiolas na Baía de Todos os Santos (Cavalli et al.,

2011). Uma tentativa de criação de beijupirá também acontece atualmente em Angra dos Reis – RJ, desde 2009 em escala considerada familiar (Sampaio et al., 2009). Além de Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro, existem projetos de criação do beijupirá em desenvolvimento nos estados de São Paulo e Rio Grande do Norte (Cavalli e Hamilton, 2009).

Comparada com a criação de outras espécies de peixes marinhos, o beijupirá ainda precisa superar desafios nas áreas de produção periódica de alevinos com qualidade (Holt et al., 2007), formulação de ração que atenda as necessidades nutricionais da espécie (Craig et al., 2006; Fraser e Davies, 2009), avaliação detalhada da viabilidade e potencial econômico (Holt et al., 2007; Domingues et al., 2012) e de mercado (Cavalli et al., 2011; NHU et al., 2011).

O beijupirá (*Rachycentron canadum*)

O beijupirá é uma espécie marinha, nativa da costa brasileira (Figueiredo e Menezes 1980). Pode atingir até dois metros de comprimento, havendo registro dos maiores exemplares pesando 61,5 kg na Austrália (Collete, 2002), e 62,2 kg no Golfo do México (Franks et al., 1999). Apresenta corpo fusiforme e largo (Froese e Pauly, 2009), possui olhos pequenos e a mandíbula mais protuberante que a maxila, podendo ser confundido com tubarões, em função de seu formato (Hassler e Rainville, 1975). Entre algumas de suas peculiaridades, pode-se citar a ausência de vesícula gasosa, um hábito alimentar variado, embora caracterizado principalmente pelo consumo de peixes pequenos (Froese e Pauly, 2009), ocorrendo sobre fundos de lama, cascalho ou areia, próximos a recifes de corais e estuários, ou ainda próximo de plataformas de petróleo e objetos flutuantes (Shaffer e Nakamura, 1989). Durante as fases larvais, sua alimentação é composta, preferencialmente, por copépodos (Shaffer e Nakamura, 1989). A desova natural ocorre em ambiente pelágico, com a liberação de ovos que flutuam ao sabor das correntes até a eclosão das larvas (Shaffer e

Nakamura, 1989). Outra característica marcante nessa espécie é o fato de machos e fêmeas não apresentarem dimorfismo sexual (Smith, 1995) (Figura 1).

É uma espécie migratória, que tem uma ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, ocorrendo ainda de forma sazonal, em águas temperadas (Briggs, 1960; Shaffer e Nakamura, 1989). Embora sua aparência lembre as rêmoras (Família Echeneididae), a sua morfologia larval indica estar mais estreitamente relacionado com o dourado (Família Coryphaenidae) (Ditty e Shaw, 1992).

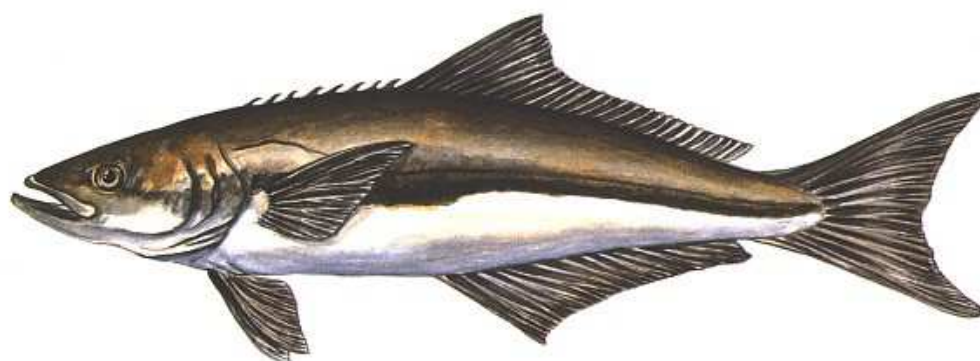


Figura 1 – Exemplar de beijupirá – *Rachycentron canadum*.

Fonte: <http://www.diannekrumel.com/pic/11Cobia.jpg>

No Brasil, assim como na maioria dos países ocidentais, o beijupirá ainda é pouco conhecido dos consumidores de pescado, em função da sua produção estar atrelada à captura incidental pela pesca artesanal, fato que destoa da alta procura pelo peixe em países como Taiwan e Japão (Miao et al., 2009). Sua baixa captura pela pesca reflete a falta de hábito natural de formação de grandes cardumes (Shaffer e Nakamura, 1989) ou outro tipo de comportamento que facilite sua captura (Carvalho Filho, 1999). O aumento do consumo de beijupirá no mercado interno dos países asiáticos aconteceu a partir do desenvolvimento da

indústria da criação da espécie em cativeiro (Miao et al., 2009). Na China, o beijupirá é produzido para atender a uma demanda do mercado interno (Huang et al., 2010).

A produção mundial de beijupirá vem crescendo gradativamente e, em 2010, foi estimada em 40.863 t (FAO, 2013). A maior parte dessa produção vem de gaiolas (tanques-rede) instaladas em áreas marinhas protegidas na China, Taiwan e Vietnã (Nhu et al., 2011; FAO, 2013).

O Brasil com uma costa de mais de 8.400 km, poderia aproveitá-la para o desenvolvimento da piscicultura marinha em mar aberto. Sanches et al. (2008) retrataram que no litoral norte-paulista e sul-fluminense existem características geográficas de recortes em enseadas, aliados a grande incidência de ilhas próximas à costa, que poderiam ser utilizadas para a instalação de gaiolas para criação de peixe marinho em áreas consideradas abrigadas. Apesar de todo esse potencial, projetos de pesquisa e de produção do beijupirá estão em desenvolvimento, apenas de forma incipiente, na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (Cavalli et al., 2011) e que portanto o Brasil ainda não se utiliza da piscicultura marinha como atividade comercial para produzir pescado (Ostrensky e Boeger, 2008).

O clima e a baixa oscilação da temperatura, sobretudo na região Nordeste do Brasil, são fatores que se somam à potencialidade que o país apresenta em desenvolver a piscicultura marinha (Lima, 2010). Ku et al. (2000) relatam que as oscilações dos parâmetros ambientais como a temperatura atrapalham a criação de beijupirá nos países asiáticos. Lima (2010) realizou um levantamento a partir de dados da temperatura da superfície do mar (TSM) e identificou o tempo em que cada região do Brasil poderia ser utilizada para criação do beijupirá. Outras iniciativas estão sendo testadas no Brasil com a possibilidade de se criar o beijupirá em viveiros escavados (Carvalho Filho 2010; Cavalli et al., 2011).

Segundo Hamilton et al. (2013), a história de criação de beijupirá em cativeiro teve início da década de 1970, nos Estados Unidos, quando ovos da espécie foram coletados na natureza e mantidos por mais de três meses em laboratório. Ocorreu um grande intervalo até que na década de 1990, pesquisadores de Taiwan conseguissem êxito na primeira desova em cativeiro (Liao et al., 2004; Kaiser e Holt, 2005). De lá pra cá, a criação de beijupirá cresceu e despertou o interesse de outros países onde a espécie é nativa, inclusive do Brasil (Cavalli et al., 2011).

Biologia da espécie

Estudos sobre a biologia reprodutiva, hábito alimentar, relações morfométricas e outras questões biológicas já foram realizados a partir de exemplares selvagens em Pernambuco, com a coleta de 124 espécimens, através de pesca submarina e linha de mão entre os anos de 2004 e 2006. Os exemplares variaram de 27 a 137 cm de comprimento zoológico e o peso médio foi de 7,4 kg. As capturas foram associadas à existência de recifes de corais, além da época de desova acontecer no litoral de Pernambuco no verão, entre os meses de outubro a abril (Domingues, et al, 2007).

O conhecimento das táticas reprodutivas é considerado fundamental para a compreensão das estratégias do ciclo da vida de uma espécie, bem como para nortear medidas de administração da pesca, manejo e preservação frente à sua exploração (Richard et al., 2013), além dos impactos genéticos sobre similares selvagens e suas implicações, quando do escape de ovos e larvas criados em cativeiro (Waknitz et al., 2003; Vøllestad e Quinn, 2003; Baxter et al., 2004; Utter, 2004; Scott et al., 2005; Jonsson e Jonsson, 2006).

As condições de criação afetam fortemente o desenvolvimento gonadal, principalmente durante a fase de vitelogênese, de modo que a limitação na qualidade ou quantidade do alimento (Cavalli et al., 2011), densidade de estocagem excessiva e estresse podem induzir a

reabsorção de ovócitos vitelogênicos, resultando num menor número de ovócitos maduros, ou ainda, podendo atuar numa fase anterior, impedindo o início da vitelogênese (Harvey e Carolsfeld, 1993).

A possibilidade de uma espécie criada em cativeiro se reproduzir durante o ciclo de engorda gera uma preocupação muito grande com as consequências que o escape de ovos e larvas de peixes pode trazer (Jonsson e Jonsson, 2006). Esses impactos vão desde a competição por espaço, alimento até parceiros para se reproduzir (Jørstad et al., 2008). O cruzamentos entre selvagens e peixes similares escapados, resultam em mudanças genéticas (Jørstad et al., 2008), com repercussão sobre fecundidade, alteração no tempo de vida da prole (Berejikaian et al., 1997; Fleming et al., 2000; Weir et al., 2004, 2005; e Dannewitz et al., 2004), comportamento (Handwood et al., 2001; Levin e Williams, 2002; Armstrong et al., 2003; Höjsjö et al., 2005 e Thorstad et al., 2008), alimentação (Kolstad et al., 2004), resistência a patógenos (Gjøen et al., 1997), entre outros.

O beijupirá é considerado grande candidato para criação em cativeiro em vários países (Cavalli et al., 2011). Reúne características que lhe conferem a condição de potencial espécie para ser criada em cativeiro, como capacidade de ser induzido a desova natural em tanques berçário com alta fecundidade (Franks et al., 2001; Arnold et al., 2002), alta taxa de crescimento (Chou et al., 2001), resistência a enfermidades, facilidade de aclimação em cativeiro e adaptabilidade de se alimentar com ração comercial (Schwarz et al., 2004), além de possuir carne branca de uso versátil (Shiau, 2007). Contudo, por ser considerado um candidato recente, quando comparado ao salmão, o robalo e outros peixes com criações já estabelecidas, o beijupirá ainda tem grandes desafios a serem superados (Holt et al., 2007).

Avaliação econômica da criação do beijupirá

O beijupirá é considerado um peixe de primeira linha no mercado (Cavalli et al., 2011), reunindo aspectos necessários para uma fácil comercialização (Craig et al., 2006; Liao e Leão, 2007) e sendo reconhecidamente saudável para o homem (Soccol e Oetterer, 2003). No Brasil, seu preço varia em função da região em que é comercializada (Souza e Petrere Júnior, 2008; Sanches et al., 2008; Schwarz e Svennevig, 2009), tamanho do exemplar (Cavalli et al., 2011) e forma de apresentação. Em Taiwan a demonstração do seu potencial econômico se traduz pelo fato de representar 14% do faturamento da aquicultura, mesmo com uma área de apenas 0,08% do total destinado à atividade no país (Chang, 2003).

Com relação à viabilidade econômica da atividade, e em face ao crescente interesse da criação do beijupirá no Brasil, a análise econômica de diferentes sistemas de criação de piscicultura marinha pode fornecer importantes subsídios a futuros empreendedores, além de poder auxiliar no direcionamento de recursos públicos, humanos e financeiros para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico dessa atividade. Entretanto, a literatura disponível sobre essa temática é relativamente escassa e, em muitos casos, baseada em resultados teóricos (Kam et al., 2003; Kaiser et al., 2010; Natale et al., 2011).

Em Taiwan, os custos de produção variam entre os empreendimentos. Segundo Miao et al. (2009) essa variação se dá em função do tamanho de cada propriedade e é o reflexo dos custos operacionais fixos e variáveis de cada empresa. Ainda segundo os mesmos autores, as criações em mar aberto são instaladas entre 0,5 e 1,5 km da costa e em profundidades entre 20 e 40 m. As gaiolas possuem entre 10 e 16 m de diâmetros e redes que atingem entre 7 e 9 m de profundidade. Já na China as gaiolas são fabricadas em dois tipos de materiais: em polietileno de alta densidade (PEAD), estes mais comuns em empreendimentos em mar aberto, ou em madeira, usada por produtores familiares, em regiões próximas à costa. No

Vietnã a atividade é desenvolvida em sua maioria por unidades familiares em estruturas de madeira (Huang et al., 2010).

Quando se compara os sistemas de criação em mar aberto aos realizados próximos à costa se encontram vantagens de parte a parte (Naylor e Burque, 2005). Os impactos ambientais afetam menos os sistemas em mar aberto, que em contrapartida, tem o tempo de resposta a situações de emergência maior, o que eleva os custos operacionais (Bridger, 2004).

Nos últimos anos tem havido um interesse crescente na criação do beijupirá no Brasil, principalmente em sistemas de criação em mar aberto, segundo um recente levantamento no Sistema de Informação das Autorizações de Uso das Águas de Domínio da União para fins de Aquicultura - SINAU (Cavalli e Hamilton, 2009). Tal fato tem muito a ver com os resultados econômicos e zootécnicos alcançados em países da Ásia, principalmente na China (Liao et al., 2004; Kaiser e Holt, 2004; Liao e Leño, 2007).

Com uma produção em cativeiro ainda incipiente no Brasil, o beijupirá é considerado uma espécie emergente da maricultura, de modo que, estabelecer as circunstâncias exigidas para a otimização do seu crescimento, em conjunção com o desenvolvimento de práticas de criações sustentáveis, definirá certamente, o futuro da criação desta espécie (Resley et al., 2006). Em Taiwan, por exemplo, a lucratividade da criação do beijupirá seria maior se a qualidade dos alevinos e da ração fossem mais elevadas ou ainda se os custos fixos tivessem uma participação menor no custo total de produção (Miao et al., 2009).

Para tentar diminuir os custos operacionais da criação de beijupirá são necessários investimentos em pesquisas que ataquem os principais componentes dos custos de produção, como aconteceu na China, onde pesquisadores desenvolveram rações para estabilizar a criação de beijupirá em escala industrial (Zhou et al., 2006; Wang et al., 2005).

No Golfo do México, na tentativa de se diminuir os custos operacionais, plataformas de petróleo e gás desativadas são usadas como bases de apoio na criação de peixes marinhos (Kaiser et al., 2010).

Grande atenção tem sido dada à contabilização de cenários e riscos, especialmente se tratando de uma atividade relativamente recente, em termos de empreendimento (Lipton e Kim, 2007). Chamada também de análise de sensibilidade, esses cenários criados têm a vantagem de observar pontos críticos de variáveis importantes na composição do custo de produção (Whitmash et al., 2006). A exemplo disso, criações mais antigas já passaram pelo mesmo processo de análise econômica como, por exemplo, o salmão (Kumbhakar, 2000), o bagre de canal (Kazmierczak e Soto, 2001; Nelson et al., 2001), a lagosta (McCullough et al., 2001) e o camarão (Valderrama e Engle, 2001).

O Brasil ainda tem a vantagem de que desastres naturais não são frequentes, quando comparados aos tufões e tempestades na Ásia que geram grandes perdas econômicas, inclusive para os proprietários de fazendas de criação de peixes (Ku e Lu, 2001) e reflete na análise econômica de uma atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, J. D., Kemp, P. S., Kennedy, G. J. A., Ladle, M., Milner, N. J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries Research, 62: 143-170.
- Arnold, C. R., Kaiser, J. B., Holt, G. J. 2002. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. Journal of World Aquaculture Society, 33(2): 205-208.
- Baxter, C., Fausch, K., Murakami, M., Chapman, P. 2004. Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal-prey subsidies. Ecology, 85: 2656-2663.

298 Benetti, D. D., Orhun, M. R., Sardenberg, B., O'Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I.,
 299 Rivera, J. A., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., Cavalin, F. 2008. Advances in
 300 hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus).
 301 Aquaculture Research, 39: 701-711.

302 Benetti, D. D., O'Hanlon, B., Rivera, J. A., Welch, A. W., Maxey, C., Orhun, M. R. 2010.
 303 Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged
 304 cages in the Caribbean. Aquaculture, 302: 195-201.

305 Berejikian, B. A., Tezak, E. P., Schroder, S. L., Knudsen, C. M., Hard, J. J. 1997.
 306 Reproductive behavioral interactions between wild and captive reared coho salmon
 307 (*Oncorhynchus kisutch*). ICES Journal of Marine Science, 54: 1040-1050.

308 Bianchini A., Robaldo, R. B., Sampaio, L. A. 2005. Criação de linguado, *Paralichthys*
 309 *orbignyanus*. In: BALDISSEROTTO, B. & GOMES, L. C (Eds). Espécies nativas
 310 para a piscicultura no Brasil. Santa Maria, RS: Editora da UFSM, 445- 470.

311 BRASIL. 2010. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008-2009. Ministério da
 312 Pesca e Aquicultura. Brasília, 99 p.

313 Carvalho Filho, J. 2010. Bijupirá em viveiro de terra. Panorama da Aquicultura, 20(120): 46-
 314 49.

315 Cavalli, R. O., Hamilton, S. 2007. A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies
 316 boas para cultivar? Panorama da Aquicultura, 17 (104): 50-55.

317 Cavalli, R. O., Hamilton, S. 2009. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do
 318 beijupirá. Revista Brasileira de Reprodução Animal, 6: 64-69.

319 Cavalli, R. O., Domingues, E. C., Hamilton, S. 2011. Desenvolvimento da produção de peixes
 320 marinhos em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. Revista Brasileira de
 321 Zootecnia, 40: 151-164.

322 Cerqueira, V. R. 2005. Cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: (Baldiasserotto, B.
323 & Gomes, L. C). Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. Santa Maria, RS:
324 Editora da UFSM, 403- 431.

325 Chang, D. 2003. O cultivo de bijupirá em Taiwan. Panorama da Aquicultura, 13 (79): 43-49.

326 Chou, R. L., Su, M. S., Chen, H. Y. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile
327 cobia (*Rachycentron canadum*). Aquaculture, 193: 81-89.

328 Collete, B. B. 2002. Rachycentridae. Cobia. In: Carpenter, K. E. *FAO species identification*
329 *guide for fishery purposes. The living marine resources of the western central Atlantic*.
330 Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine
331 mammals. Roma: FAO, 3: 1420-1421.

332 Craig, S. R., Schwarz, M. H., McLean, E. 2006. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can
333 utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production
334 characteristics. Aquaculture, 261: 384-391.

335 Dannewitz, J., Petersson, E., Dahl, J., Prestegard, T., Lof, A. C., Järvi, T. 2004. Reproductive
336 success of hatchery-produced and wild-born brown trout in an experimental stream.
337 Journal of Applied Ecology, 41: 355-364.

338 Domingues, E. C., Peregrino JR., R. B., Santos, J. C. P., Severi, W., Hazin, F. H. V.,
339 Hamilton, S. 2007. Biologia reprodutiva do beijupirá, *Rachycentron canadum*,
340 capturado no litoral de Pernambucano. In: Congresso Latino-americano de Ciências do
341 Mar 12, Florianópolis, 15-19/abr./2007. Anais... Associação Brasileira de
342 Oceanografia. CD-ROM.

343 Domingues, E. C. 2012. Viabilidade econômica do cultivo do beijupirá (*Rachycentron*
344 *canadum*) em mar aberto em Pernambuco. Recife. 84p. (Dissertação de Mestrado.
345 Universidade Federal Rural de Pernambuco). Disponível em:
346 <<http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2012/T2012ecd.pdf>> Acesso em: 21 out. 2013.

347 FAO, 2008. Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper.
 348 No. 508. Rome, 298 p.

349 FAO. 2013. Cultured Aquatic Species Information Programme – *Rachycentron canadum*
 350 Disponível em: <www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentroncanadum/en>
 351 Acesso em: 06 nov. 2013.

352 Faulk, C. K., Holt, G. J. 2006. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or
 353 gradual changes in salinity. *Aquaculture*, 254: 275-283.

354 Fleming, I. A., Hindar, K., Mjølnerød, I. B., Jonsson, B., Balstad, T., Lamberg, A. 2000.
 355 Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proc.*
 356 *Roy. Soc. Lond. B. Bio.*, 267: 1517–1523.

357 Figueiredo, J. L., Menezes, N. A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III.
 358 Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90 p.

359 Franks, J. S., Warren, J. R., Buchanan, M. V. 1999. Age and growth of cobia, *Rachycentron*
 360 *canadum*, from the northeastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 97: 459-471.

361 Franks, J. S., Ogle, J. T., Lotz, J. M., Nicholson, L. C., Barnes, D. N., Larsen, K. M. 2001.
 362 Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum*, induced by human chorionic
 363 gonadotropin (HCG), with comments on fertilization, hatching, and larval
 364 development. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 52: 598-609.

365 Fraser, T. W. K., Davies, S. J. 2009. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron*
 366 *canadum* (Linnaeus): a review. *Aquaculture Research*, 40: 1219-1234.

367 Froese, R., Pauly, D. FishBase. [online] Disponível na Internet via WWW. URL:
 368 <<http://www.answers.com/topic/Rachycentron>> e
 369 <<http://www.answers.com/topic/cobia>> Acesso em: 25 out. 2013.

370 Gjøen, H. M., Tefstie, T., Ulla, O., Gjerde, B. 1997. Genetic correlations between survival of
 371 Atlantic salmon in challenge and field tests. *Aquaculture*, 158: 277-288.

372 Hambrey, J., Southall, T. 2002. Environmental risk assessment and communication in coastal
373 aquaculture. Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental
374 Protection (GESAMP). Nautilus Consultants, 70 p.

375 Hamilton, S., Severi, W., Cavalli, R. O. 2013. Biologia e aquicultura do beijupirá: uma
376 revisão. Boletim Instituto de Pesca, 39(4): 461–477.

377 Harvey, B., Carolsfeld, J. 1993. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa: IDRC, 144
378 p.

379 Harwood, A. J., Metcalfe, N. B., Armstrong, J. D., Griffiths, S. W. 2001. Spatial and temporal
380 effects of interspecific competition between Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown
381 trout (*Salmo trutta*) in winter. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58:
382 1133-1140.

383 Hassler, W. W., Rainville, R. P. 1975. Techniques for hatching and rearing cobia,
384 *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. University of North
385 Carolina Sea Grant Program Publication, Raleigh, USA. UNC-SG-75-30, 26 p.

386 Höjsjö, J., Armstrong, J. D., Griffiths, S. W. 2005. Sneaky feeding by salmon in sympatry
387 with dominant brown trout. Animal Behaviour, 69: 1037-1041.

388 Holt, G. J., Faulk, C., Schwarz, M. 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentrom*
389 *canadum*, a warmwater marine fish. Aquaculture, 268: 181-187.

390 Huang, C., Miao, S., Nan, F., Jung, S. 2011. Study on regional production and economy of
391 cobia (*Rachycentron canadum*) commercial cage culture. Aquaculture International, 19:
392 649-664.

393 IUCN, UNEP, WWF, 1980. World Conservation Strategy, International Union for the
394 Conservation of Nature, Gland.

395 Jonsson, B., Jonsson, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology
396 and interaction with wild fish. ICES Journal of Marine Science, 63: 1162-1181.

397 Jørstad, K. E., Meeren, T. V. D., Paulsen, O. I., Thomsen, T. R. N., Thorsen, A., Sand, T. S.
 398 2008. ‘‘Escapes’’ of Eggs from Farmed Cod Spawning in Net Pens: Recruitment to
 399 Wild Stocks. *Reviews in Fisheries Science*, 16(1–3): 285–295.

400 Kaiser, J. B., Holt, G. J. 2004. Cobia: a new species for aquaculture in the US. *World*
 401 *Aquaculture*, Amsterdam, 35: 12-14.

402 Kaiser, J. B., Holt, G. J. 2005. Cobia. Southern Regional Aquaculture Center – SRAC:
 403 Louisiana, 18 p. n. 730. LIAO, I. C. et al. Cobia culture in Taiwan: current status and
 404 problems. *Aquaculture*, Amsterdam, 237 (1): 155-165.

405 Kaiser, M. J., Yu, Y., Snyder, B. 2010. Economic feasibility of using offshore oil and gas
 406 structures in the Gulf of Mexico for platform-based aquaculture. *Marine Policy*, 34:
 407 699–707.

408 Kazmierczak, R. F., Jr., Soto, P. 2001. Stochastic economic variables and their effect on net
 409 returns to channel catfish production. *Aquaculture Economics and Management* 5(1/2):
 410 15–36.

411 Kumbhakar, S. C. 2000. Risk preference and technology: a joint analysis. *Marine Resource*
 412 *Economics* 17(2): 77–89.

413 Kam, L. E., Leung, P. S., Ostrowski, A. C. 2003. Economics of offshore aquaculture of
 414 Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. *Aquaculture*, 223: 63–87.

415 Kolstad, K., Grisdale-Helland, B., Gjerde, B. 2004. Family differences in feed efficiency in
 416 Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 241: 169-177.

417 Ku, C. C., Lu, C. H., Thea, G. T., Chen, S. N. 2000. Sea cage culture and disease
 418 investigation of cobia (*Rachycentron canadum*). FA COA, aquaculture series No. 1,
 419 Reports on fish disease research, 35–46.

420 Layrargues, P. P. 1997. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de
 421 um conceito? *Proposta*, 25(71): 5-10.

422 Levin, P. S., Williams, J. G. 2002. Interspecific effects of artificially propagated fish: an
423 additional conservation risk for salmon. *Conservation Biology*, 16: 1581-1587.

424 Liao, I. C., Huang, T., Tsai, W., Hsueh, C., Chang, S., Leño, E. M. 2004. Cobia culture in
425 Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, 237: 155-165.

426 Liao, I. C., Leño, E. M. 2007. Cobia aquaculture: research, development and commercial
427 production. Asian Fisheries Society, Taiwan. 178 p.

428 Lima, L. N. S. S. 2010. Identificação de regiões favoráveis ao cultivo de beijupirá
429 (*Rachycentron canadum*) no litoral brasileiro, considerando a temperatura como fator
430 determinante. 2010. 40 p. Monografia (Engenharia de Pesca) – Universidade Federal
431 Rural de Pernambuco, Recife.

432 McCullough, A., Gempesaw, C. M., Daniels, W., Bacon, J. R. 2001. Simulating the economic
433 viability of crawfish production: a two-stage modeling approach. *Aquaculture*
434 *Economics and management*, 5(1/2): 69–80.

435 Miao, S., Jen, C. C., Huang, C. T., Hu, S. H. 2009. Ecological and economic analysis for
436 cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture*
437 *International*, 17(2): 125-141.

438 Moldan, B., Janousková, S., Hák, T. 2012. How to understand and measure environmental
439 sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators*, 17: 4–13.

440 Naylor R, Burke M. 2005. Aquaculture and ocean resources: raising tigers of the sea. *Annual*
441 *Review of Environment and Resources*, 30: 185–218.

442 Natale, F., Fiore, G., Hofherr, J. 2011. Mapping the research on aquaculture. A bibliometric
443 analysis of aquaculture literature. *Scientometrics*, 90: 983–999.

444 Nelson, R. G., Duarte, S. A., Masser, M. P. 2001. Financial risk analysis of three aeration
445 regimes in catfish cage culture. *Aquaculture Economics and Management* 5(3/4): 171–
446 177.

447 Nhu, V. C., Nguyen, Q. H., Le, T. L., Tran, M. T., Sorgeloos, P., Dierckens, K., Reinertsen,
 448 H., Kjorsvik, E., Svennevig, N. 2011. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in
 449 Vietnam: recent developments and prospects. *Aquaculture*, 315: 20-25.

450 Ostrensky, A., Boeger, W. A. 2008. Principais problemas enfrentados atualmente pela
 451 aquicultura brasileira. In: OSTRENSKY, A. et al. *Aquicultura no Brasil: o desafio é*
 452 *crescer*. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/FAO, 135-158.

453 Panorama da Aquicultura, 2008. Aqualíder assina contrato com a União e primeiros bijupirás
 454 vão para o mar em outubro. *Panorama da Aquicultura*, 18 (108): 65.

455 Peregrino JR, R. B. 2009. Formação e manejo de um plantel de reprodutores do beijupirá
 456 (*Rachycentron canadum*) em Pernambuco. Recife. 52 p. (Dissertação de Mestrado.
 457 Universidade Federal Rural de Pernambuco). Disponível em:
 458 <<http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2009/T2009rbpj.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2013.

459 Reay P. J. 1984. Reproductive tactics: a non-event in aquaculture? In: POTTS, G.W.,
 460 WOOTTON, R.J. (Eds.). *Fish reproduction strategies and tactics*. London: Academic
 461 Press, 291-309.

462 Resley, M. J., Webb, K. A., Holt, G. J. 2006. Growth and survival of juvenile cobia,
 463 *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system.
 464 *Aquaculture*, 253: 398-407.

465 Richard, A., Dionne, M., Wang, J., Bernatchez, L. 2013. Does catch and release affect the
 466 mating system and individual reproductive success of wild Atlantic salmon (*Salmo*
 467 *salar* L.)? *Molecular Ecology*, 22: 187–200.

468 Roubach, R., Correia, E. S., Zaiden, S., Martino, R. C., Cavalli, R. O. 2003. Aquaculture in
 469 Brazil. *World Aquaculture* 34(1): 28-35.

470 Sampaio, L. A., Rombenso, A. N., Moreira, C. B. et al. 2009. Crescimento de juvenis do
 471 bijupirá (*Rachycentron canadum*) cultivados em tanque-rede na costa do Rio de

472 Janeiro – Brasil. In: Conferencia Latinoamericana sobre Cultivo de Peces Nativos, 3.,
 473 2009, Chascomus. Anais... Chascomus: (CD-ROM).

474 Sampaio, L. A., Tesser, M. B., Wasielesky JR, W. 2010. Avanços da maricultura na primeira
 475 década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. Revista Brasileira de
 476 Zootecnia, 39: 102-111.

477 Sanches, E. G., Seckendorff, R. W. V., Henrique, M. B., Fagundes, L., Sebastiani, E. F. 2008.
 478 Viabilidade econômica do cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema
 479 *offshore*. Informações Econômicas, 12(38): 41-51.

480 Schubart, O. 1936. Investigações sobre os viveiros do Recife. Boletim da Secretaria de
 481 Agricultura, Indústria e Comércio de Pernambuco, 1: 153–76.

482 Schubart, O. 1939. A Piscicultura nos viveiros pernambucanos. Folhas de Piscicultura, 5: 69–
 483 72.

484 Schwarz, M. H., Svennevig, N. 2009. Cobia culture, global production, markets, challenges.
 485 The Advocate, 12 (1): 28-30.

486 Scott, R. J., Poos, M. S., Noakes, D. L. G., Beamish, F. W. H. 2005. Effects of exotic
 487 salmonids on juvenile Atlantic salmon behaviour. Ecology of Freshwater Fish, 14:
 488 283-288.

489 Sidwell, V. D. 1981. Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans,
 490 mollusks, and their products. NOAA Tech. Memo. NMFS F/SEC-11, Southeast Fish.
 491 Cent., Natl. Mar. Fish. Serv., Miami, USA, 432 p.

492 Shaffer, R. V., Nakamura, E. L. 1989. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron*
 493 *canadum* (Pisces: Rachycentridae). *FAO Fisheries Synopsis*, 153. U.S. Department of
 494 Commerce, NOAA Technical Report. Washington D.C. 21 p.

495 Shiau, C. Y. 2007. Biochemical composition and utilization of cultured cobia (*Rachycentron*
 496 *canadum*). In: Liao, I. C., Leano, E. M. (Eds.), *Cobia Aquaculture: Research,*

497 Development and Commercial Production: Asian Fisheries Society, Manila,
 498 Philippines, World Aquaculture Society, Louisiana, USA, The Fisheries Society of
 499 Taiwan, Keelung, Taiwan, and National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan,
 500 147–156.

501 Soccol, M. C. H., Oetterer, M. 2003. Seafood as functional food. Brazilian Archives of
 502 Biology and Technology, 46 (3): 443-454.

503 Souza Filho, J. J., Tosta, G. A. M. 2008. Bijupirá: As primeiras desovas da geração F1.
 504 Panorama da Aquicultura, 18(110): 50-53.

505 Souza, T. C. M., Petrere Júnior, M. 2008. Characterization of small scale fisheries in the
 506 Camamu-Almada basin, southeast state of Bahia, Brazil. Brazilian Journal of Biology,
 507 68 (4): 711-719.

508 Thorstad, E. B., Naesje, T. F., Mawle, G. W., Policansky, D. 2008. The Atlantic salmon C&R
 509 story. In: Global Challenges in Recreational Fisheries, Blackwell Publishing, Oxford
 510 (ed. Aas O), 219–222.

511 UN, 1992a. Earth Summit Agenda 21. The United Nations programme of action from Rio.
 512 United Nations Department of Public Information, New York.

513 UN, 2002. Report of the World Summit on Sustainable Development. Joanesburg, South
 514 Africa, 26 August–4 September 2002. United Nations, New York.

515 Utter, F. 2004. Population genetics, conservation and evolution in salmonids and other widely
 516 cultured fishes: some perspectives over six decades. Reviews in Fish Biology and
 517 Fisheries, 14: 125-144.

518 Valderrama, D., Engle, C. R. 2001. Risk analysis of shrimp farming in Honduras. Aquaculture
 519 Economics and Management, 5(1/2): 49–68.

520 Vøllestad, L. A., Quinn, T. P. 2003. Trade-off between growth rate and aggression in juvenile
 521 coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Animal Behaviour, 66: 561-568.

- 522 Waknitz, F. W., Iwamoto, R. N., Strom, M. S. 2003. Interactions of Atlantic salmon in the
523 Pacific Northwest. 4. Impacts on local ecosystems. Fisheries Research, 62: 307-328.
- 524 WCED, 1987. Our Common Future. World Commission on Environment and Development,
525 Oxford University Press, Oxford.
- 526 Weir, L. K., Hutchings, J. A., Fleming, I. A., Einum, S. 2005. Spawning behaviour and
527 success of mature male Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr of farmed and wild origin.
528 Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62: 1153-1160.
- 529 Von Ihering, R. 1937. Piscicultura no Brasil - 1934–1937. Comissão Technica de
530 Piscicultura do Nordeste do Brasil. Fortaleza. Ministério da Viação. 56 p.

Artigo Científico 1

Análise econômica da criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistemas de produção industrial e familiar no Brasil

Thales Ramon de Queiroz Bezerra¹, Luiz Flávio A. M. Filho², Ernesto C. Domingues¹, Artur N. Rombenso³, Santiago Hamilton¹ e Ronaldo O. Cavalli¹

¹ Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. Dom Manoel Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Brasil

² Departamento de Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Av. Dom Manoel Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Brasil

³ Fisheries and Illinois Aquaculture Center, Southern Illinois University Carbondale, USA

Resumo

Apesar da piscicultura marinha brasileira ainda não ter caráter comercial, várias iniciativas de produção de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas vem sendo desenvolvidas. Estudos de viabilidade econômica dessa atividade são relativamente escassos, mas se revestem de importância tanto para investidores potenciais como para a definição de políticas governamentais. Dados e informações sobre custos de investimento e operacionais efetivamente praticados em dois projetos realizados no Brasil subsidiaram a realização deste estudo, onde dois sistemas de produção de beijupirá foram analisados: um sistema industrial (SI), com 24 gaiolas instaladas em mar aberto; e o segundo, sistema familiar (SF), contando com seis gaiolas de madeira em uma área próximo à costa. Como método de avaliação dos investimentos, utilizou-se o valor presente líquido (VPL) e o *payback time*. Foram ainda realizadas análises de sensibilidade do fator de conversão alimentar (FCA), preço de venda, preço da ração e produtividade. Nas condições aqui estabelecidas, o SI requer um investimento financeiro próximo de US\$ 1,5 milhão e demonstrou mais sensibilidade às oscilações das variáveis-chave. O SF requer um investimento inicial relativamente menor (US\$ 16,000), o que o torna mais flexível frente às possíveis variações de cenários. O VPL foi positivo para ambos os sistemas e o *payback time* foi de 3,88 anos para o SI e 2,07 anos para o SF. Ambos os sistemas foram considerados viáveis economicamente.

Palavras chave: Piscicultura marinha, economia, custo de produção.

Introdução

Até recentemente, os esforços de pesquisa e desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil se centravam nas tainhas (*Mugil spp.*), no robalo-peva (*Centropomus parallelus*) e no linguado (*Paralichthys orbignyanus*) (Baldiasserotto e Gomes, 2005). A partir de 2005, com os bons resultados obtidos com o beijupirá (*Rachycentron canadum*) na Ásia (Liao et al., 2004; Liao e Leão, 2007), alguns produtores brasileiros passaram a considerar a criação dessa espécie. Além de ser naturalmente encontrado no nosso litoral (Figueiredo e Menezes, 1980), o beijupirá apresenta alta taxa de crescimento, bom valor de mercado e disponibilidade de tecnologias de produção de formas jovens e de engorda (Holt et al., 2007; Liao e Leão, 2007; Nhu et al., 2011). A produção mundial de beijupirá vem crescendo gradativamente, tendo, em 2011, sido estimada em 40.863 t (FAO, 2013). A maior parte é produzida na China, Taiwan e Vietnã (Nhu et al., 2011; FAO, 2013), mas também existem relatos da criação dessa espécie em vários outros países (Cavalli et al., 2011; Nhu et al., 2011). A maioria das criações de beijupirá utiliza gaiolas flutuantes (tanques-rede) em áreas marinhas protegidas, embora haja uma tendência cada vez maior em desenvolver a aquicultura em mar aberto (Kapetsky et al., 2013).

Apesar da piscicultura marinha brasileira ainda não ter caráter comercial (MPA, 2013), iniciativas de pesquisa e produção de beijupirá estão em desenvolvimento na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (Cavalli et al., 2011). Duas fazendas em mar aberto foram instaladas em Recife (PE), e a aquicultura em águas protegidas vem sendo testada em Angra dos Reis (RJ), Ilhabela e Ubatuba (SP), e Igrapiúna (BA). A criação em viveiros estuarinos também foi avaliada no Rio Grande do Norte e na Bahia (Cavalli et al., 2011).

Em face ao crescente interesse da criação do beijupirá no Brasil, a análise da viabilidade econômica de diferentes sistemas de criação pode auxiliar investidores potenciais, além de corroborar no direcionamento de recursos públicos, humanos e financeiros para a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico da atividade. Em função da escassez de estudos sobre esse tema (Natale et al., 2011), os quais, em muitos casos, se baseiam em resultados puramente teóricos (Kam et al., 2003; Kaiser et al., 2010), o presente trabalho analisou a viabilidade econômica da criação do beijupirá em sistemas de produção industrial e familiar, utilizando estimativas baseadas nas experiências e nos custos de implantação e operação de dois projetos de aquicultura dessa espécie realizados no Brasil.

Material e Métodos

Descrição dos sistemas de produção

A produção de beijupirá em mar aberto e em larga escala, denominado sistema industrial (SI), teve como base os custos de investimento e operação do projeto *Cação de Escama*. Este projeto utilizou gaiolas circulares flutuantes, formadas por tubos de polietileno de alta densidade (PEAD), de 250 mm de diâmetro, instaladas a 6 km da Praia de Boa Viagem (08°09'18,48"S, 034°48'41,52"W), Recife, (PE), em área com profundidade média de 23 m. Nas análises de viabilidade econômica do SI foram consideradas a instalação e operação de 24 gaiolas, com volume individual de 1.607 m³ (16 m de diâmetro e 8 m de profundidade), perfazendo um volume total de 38.568 m³. As 24 gaiolas ficariam dispostas em dois módulos de 12 cada. O sistema de ancoragem contaria com 40 linhas, cada uma com 100 m de comprimento, compostas por cabos, correntes e âncoras de 500 kg. A área de instalação das gaiolas totaliza 16,0 ha, sendo delimitada por quatro boias de sinalização. As redes das gaiolas teriam 3 mm de malha para a criação dos juvenis e 20 mm para a fase de engorda.

O SI contaria com um escritório no porto do Recife, duas lanchas com 7 m de comprimento e motor de popa de 90 HP, e um barco de apoio com 16 m de comprimento, com motor de 6 cilindros e um guincho hidráulico. Eventualmente, uma embarcação seria alugada durante a manutenção do barco de apoio. A equipe de operações teria um gerente de produção, um gerente administrativo, um comandante de embarcação, sete marinheiros auxiliares de convés e sete mergulhadores. O número de colaboradores foi baseado nas atividades diárias a serem desenvolvidas, como compra e armazenamento de insumos; manutenção, limpeza e substituição das redes, ajustes no sistema de ancoragem das gaiolas e reparo dos equipamentos de mergulho; transporte de ração até as gaiolas; alimentação, acompanhamento do crescimento e sanidade dos peixes; retirada de eventuais predadores e peixes mortos. As gaiolas, sistemas de ancoragem e sinalização, as lanchas, alimentador semiautomático, redes de nylon multifilamento e boias de sinalização seriam importadas do Chile, uma vez que o mercado brasileiro ainda não conta com empresas com experiência na confecção de equipamentos especializados e na instalação de fazendas de piscicultura em mar aberto.

Juvenis de beijupirá com 15-20 g seriam estocados nas gaiolas a uma densidade de 3,0 peixes/m³. Assim, um total de 115.704 peixes seriam utilizados por ciclo de produção, que teria 12 meses de duração. Os peixes seriam alimentados duas vezes ao dia com uma ração comercial (45% de proteína bruta e 8% de lipídios). Com uma sobrevivência estimada em

65,1 % e peso médio de 4,2 kg (de acordo com Sampaio et al., 2009), seriam produzidos 75.323 peixes, totalizando 316.358 kg.

Os custos do investimento inicial incluem a aquisição do sistema de criação completo (gaiolas de PEAD, redes de engorda, sistema de ancoragem, boias de sinalização, mão de obra, frete, e impostos), incluindo a instalação e demais equipamentos (barco de apoio, lanchas com motor, equipamentos de mergulho, compressor de recarga para cilindros de mergulho, globos de deslocamento de peso subaquático, alimentador semiautomático, lavadora de alta pressão, sistema de navegação GPS, rádios de comunicação, coletes, boias salva-vidas, balanças e puçás). Foram considerados também a aquisição de um veículo utilitário, elaboração do projeto e a taxa de concessão de uso de águas de domínio da União.

O sistema de produção familiar (Sistema familiar - SF) utilizou os dados de uma fazenda instalada em uma área abrigada ao norte da Ilha Grande (23°06'54"S; 44°15'50"W), Angra dos Reis, (RJ). A análise econômica considerou a utilização de seis gaiolas quadradas (5,0 x 5,0 m), construídas em madeira e com oito flutuadores de 200 L, similares às utilizadas no Vietnã (Huang et al., 2011; Nhu et al., 2011). Com 3,0 m de profundidade, cada gaiola teria 75 m³, totalizando 450 m³ para as seis gaiolas. O sistema de ancoragem, composto por cabos e poitas de concreto, seria confeccionado e instalado pelo próprio produtor. O manejo diário da criação e o transporte dos alevinos e da ração seriam feitos com uma canoa a remo.

No SF, 1.350 alevinos com peso médio de 2 g seriam divididos em duas gaiolas com redes com abertura de malha de 3 mm e alimentados em quatro refeições diárias com uma ração contendo, pelo menos, 45% de proteína bruta e 8% de lipídios. Ao atingirem cerca de 150 g, os juvenis seriam transferidos para as seis gaiolas de engorda (abertura de malha de 20 mm) a uma densidade de 3,0 peixes/m³. Os peixes seriam alimentados duas vezes ao dia com uma ração comercial (45% de proteína bruta e 8% de lipídios). Após 12 meses de criação, seriam produzidos 879 peixes com peso médio de 4,2 kg, totalizando 3.692 kg.

A equipe de operação, constituída de três pessoas para realizar as atividades diárias de arrastamento, limpeza das redes e retirada de peixes mortos, não contaria com colaboradores remunerados, mas somente membros da família, os quais, ao final do ciclo, teriam parte do lucro transformado em *pro labore*.

O investimento inicial do SF inclui os gastos com a confecção do sistema de criação (gaiolas, flutuadores, redes de berçário e de engorda, sistemas de ancoragem e de sinalização) e outros equipamentos, como canoa, equipamento de mergulho, caixas plásticas e puçás.

Também foram considerados os custos com a elaboração do projeto e a taxa de cessão de uso de águas de domínio da União.

Parâmetros produtivos e preços

Os parâmetros relacionados à produção (densidade de estocagem, fator de conversão alimentar - FCA, taxa de sobrevivência, peso médio final e produtividade) dos dois sistemas de produção (SI e SF) foram estimados considerando um cenário conservador, e se basearam na experiência dos autores e, quando disponível, em literatura específica. Assim, tendo como base as criações de beijupirá realizadas no Brasil (Cavalli et al., 2011; Sampaio et al., 2011), a densidade de estocagem foi definida em 3,0 peixes m^{-3} , e a FCA foi estimada em 2,0:1. A quantidade total de ração utilizada no SI e SF seria 632.716 e 7.382 kg, respectivamente. O preço da ração comercial (US\$ 1,64 kg^{-1}) foi baseado no valor de mercado em 27 de janeiro de 2012 (Cavalli et al., 2011). O peso médio final dos peixes (4,2 kg) e a estimativa de sobrevivência de 65,1% resultam em uma produtividade final de 8,2 $kg.m^{-3}$, o que está de acordo com o obtido por Sampaio et al. (2011). O preço de venda do quilo de beijupirá inteiro foi estabelecido em US\$ 8,62 kg^{-1} , conforme Lima (2009) e Cavalli et al. (2011). A cotação do dólar americano utilizada neste estudo foi fixada em R\$ 1,74, em 27 de janeiro de 2012, data da importação dos equipamentos do projeto *Cação de escama* (Cavalli et al., 2011).

Para o cálculo do imposto de renda foi considerada uma taxa de 15% sobre o valor do lucro presumido, ponderando que as empresas estariam em início de atividades (Brasil, 2012). No caso do imposto de seguridade social para o SI, o cálculo seguiu as recomendações do Instituto de Economia Agrícola (Matsunaga et al., 1976).

Custo operacional

A estrutura do custo operacional se baseou em Matsunaga et al. (1976). Ela é composta pelo custo operacional efetivo (COE), que são os gastos com mão de obra e insumos; o custo operacional total (COT), que resulta do COE somado às despesas com depreciação linear de máquinas e equipamentos, assistência técnica, despesas gerais, tributos e encargos financeiros; e, por fim, pelo custo total de produção (CTP), que foi obtido acrescentando-se ao COT os valores de remuneração do investimento inicial (taxa anual de 12%).

Similar a Kaiser et al. (2010), o custo operacional incluiu os gastos com mão de obra, alevinos, ração, energia elétrica, aluguel de embarcação, combustível, alimentação da tripulação, monitoramento ambiental, depreciação dos equipamentos, aluguel do escritório,

além da manutenção dos equipamentos (barco, lancha, canoa, equipamentos de mergulho e carro utilitário) e demais itens de custeio (material de limpeza, ferragens em geral e gelo). A depreciação foi estimada tendo como base os itens apresentados na Tabela 1, considerando uma vida útil estimada de dez anos para as gaiolas, sistemas de ancoragem e de sinalização, embarcações e veículo utilitário, e de cinco anos para as redes de nylon e os equipamentos diversos. Os gastos com seguro dos equipamentos, incluindo as estruturas de criação, assim como a própria produção, não foram considerados, pois, até o momento, não existem precedentes de empresas segurando esta atividade no Brasil (Cavalli, et al., 2011). Não há, portanto, como prever tais custos a valores de mercado.

Análise de lucratividade

Os indicadores de lucratividade considerados foram receita bruta, constituída pelo produto do preço unitário médio do quilograma do beijupirá e a produção total de peixes; lucro operacional, composto pela diferença entre a receita bruta e o CTP; preço de custo, resultante da razão do CTP e a produção; e, por fim, a produção de equilíbrio, que perfaz a quantidade de peixe produzida dividida pelo preço unitário (Martin et al., 1997). Esse último indicador define quanto de peixe precisa ser produzido para que o lucro operacional seja igual a zero.

Análise de investimento

Na análise econômica dos dois sistemas de criação adotou-se um horizonte de tempo de cinco anos, com o investimento inicial no ano zero. O investimento foi analisado com base nas estimativas do valor presente líquido (VPL) e do *payback time*.

O VPL é utilizado para comparar investimentos iniciais com retornos futuros. Uma atividade é considerada viável se, ao final do tempo considerado, o VPL for positivo. O VPL é calculado por meio da diferença entre o valor do fluxo de caixa descontado para a data do investimento inicial e o valor do investimento inicial (Megliorini e Vallim, 2009). Para calcular o VPL é necessário aplicar uma taxa de desconto aos valores correntes do fluxo de caixa, e essa taxa deve ser maior ou igual ao custo do capital investido. Considerando a possibilidade de uso de recursos de instituições financeiras para o investimento inicial, o presente estudo utilizou as taxas anuais do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) de 5,0% para o SF e de 7,25% para o SI, como custo de capital. Lisac e Muir (2000) consideram que a taxa de desconto deve ser acrescida de um prêmio, que pode ser chamado de taxa mínima de

atratividade - TMA, que está relacionado com o risco da atividade. Segundo esses autores, na aquicultura em geral, esse risco varia de 5 a 25%, sendo que operações em mar aberto são consideradas mais arriscadas. Neste estudo, consideramos uma taxa de desconto para o SI de 15%, e de 10% para o SF, as quais estão de acordo com estudos similares (Kam et al., 2003; Whitmarsh et al., 2006; Lipton e Kim, 2007; Kam e Leung, 2008).

O *payback time* (descontado) representa o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial, considerando os valores presentes dos fluxos financeiros. A estimativa é feita pela diferença entre o investimento inicial e as entradas líquidas de caixa ao longo do horizonte de tempo estipulado (Meghiorini e Vallim, 2009).

Análise de sensibilidade

Além da análise de investimento, se faz necessária uma avaliação do grau de sensibilidade dos resultados alcançados com relação a algumas variáveis-chave; estuda-se, nesses casos, a forma com que essas variáveis, que podem ser biológicas ou de mercado (Posadas e Hanson, 2006), afetam os resultados financeiros (Kam e Leung, 2008). As variáveis analisadas foram preço de venda, produtividade, FCA e preço da ração, uma vez que revelam a sensibilidade dos resultados à eficiência no gerenciamento da produção e aos fatores externos, como as oscilações de mercado. A construção dos diversos cenários seguiu alguns dos parâmetros também considerados por Kam et al. (2003); Whitmarsh et al. (2006); Lipton e Kim (2007); Kam e Leung (2008) e Sanches et al. (2013).

Resultados

O investimento inicial para implantação do SI foi estimado em US\$ 1.459.333 (Tabela 1). Os itens que mais contribuíram foram as gaiolas (26,66%), os impostos de importação (21,14%), o sistema de ancoragem (14,52%) e as redes (11,74%), os quais, juntos, totalizaram 74,06% do investimento inicial. Para o SF, o investimento inicial seria da ordem de US\$ 16.179, sendo mais representativos os gastos com gaiolas (34,10%) e redes (30,63%).

Com relação aos custos operacionais, o CTP do SI seria da ordem de US\$ 2.203.098 (Tabela 2). Os gastos com ração (64,43%), alevinos (18,55%) e mão de obra (9,11%) foram os mais importantes na formação do COE. O CTP do SF totalizou US\$ 22.771, sendo que a aquisição de ração para as fases de alevinagem e engorda (80,17%) e de alevinos (12,54%) foram os custos mais importantes do COE.

Com uma produção anual de pouco mais de 316 toneladas e o preço de venda estabelecido em US\$ 8,62 kg⁻¹, a receita bruta anual no SI seria superior a US\$ 2,7 milhões (Tabela 3). O preço de custo foi estimado em US\$ 6,96 kg⁻¹, a produção de equilíbrio seria de cerca de 255,6 t e o lucro operacional igual a US\$ 523.908. No SF, a produção anual seria de aproximadamente 3,7 t, com uma receita bruta de US\$ 31.816 e produção de equilíbrio de 2,6 t (Tabela 3). O preço de custo foi estimado em US\$ 6,17 kg⁻¹. Para um horizonte de tempo de cinco anos, tanto o SI quanto o SF teriam VPL positivos (US\$ 297.615 e US\$ 18.124) e o *payback time* seria de 3,88 e 2,07 anos, respectivamente.

A carga tributária direta variou conforme o sistema de produção (Figura 1). No SI, o imposto de importação dos equipamentos correspondeu a 21,14% do investimento inicial (Tabela 1). O imposto de renda (IR) e o imposto de seguridade social representaram 4,2 e 2,2% do CTP, respectivamente, o que significa dizer que, dos US\$ 6,96 gastos para se produzir 1 kg de beijupirá, US\$ 0,45 foram de impostos diretos. No SF, como não foram importados equipamentos nem houve trabalhadores remunerados, apenas o IR foi contabilizado, tendo correspondido a 7,01% do CTP. Isso representa US\$ 0,43 do total dos US\$ 6,17 necessários para se produzir 1 kg de peixe neste sistema (Figura 1).

A análise de sensibilidade demonstra que, com uma redução hipotética do preço de venda em 20%, passando de US\$ 8,62 para US\$ 6,90 kg⁻¹, o VPL se tornaria negativo e o *payback time* maior que o horizonte de tempo de cinco anos proposto para ambos os sistemas de produção (Figura 2A). Porém, quando esse preço de venda é combinado com um FCA de 1,5:1 e/ou produtividade de 10 kg m⁻³, a atividade seria viável em ambos os sistemas. Com preços de venda igual ou acima de US\$ 8,62 kg⁻¹, tanto o SI quanto o SF seriam rentáveis (Figura 2A).

Em relação à produtividade, se essa for 6,3 kg m⁻³, o VPL do SI seria negativo e o *payback time* seria maior que cinco anos (Figura 2B). Nesse baixo nível de produtividade, o SI só seria viável com um preço de venda de US\$ 10,34 kg⁻¹. Com produtividades de 8,2, 10 ou 15 kg m⁻³, o SI seria viável e o *payback time* seria de 3,88, 2,19 e 0,81 anos, respectivamente. No SF, o empreendimento seria viável mesmo com uma produtividade de apenas 6,3 kg m⁻³. Para produtividades de 6,3, 8,2, 10 ou 15 kg m⁻³, o *payback time* seria 3,75, 2,07, 1,45 e 0,97 anos, respectivamente (Figura 2B).

A variação do FCA tem um efeito importante sobre o preço de custo e o *payback time* (Figura 2C). Com um FCA de 2,5:1, o SI seria inviável, já que o VPL seria negativo ao final de cinco anos. Entretanto, com esse mesmo FCA, mas com o preço de venda de US\$ 10,34

kg⁻¹ ou produtividade acima de 10 kg m⁻³, o SI seria viável. Já o SF geraria lucro mesmo se o FCA variar de 1,5 a 2,5 (Figura 2C). Para FCA's de 2,5, 2,0 e 1,5, o *payback time* no SI seria > 5,0, 3,88 e 2,43 anos, e 3,16, 2,07 e 1,55 anos para o SF, respectivamente. Assim como o FCA, a variação do preço da ração afeta o preço de custo e o *payback time* (Figura 2D). Com a ração adquirida a US\$ 1,64 kg⁻¹, o SI seria viável, mas com preços acima de US\$ 1,93 a atividade deixaria de ser atrativa, pois o *payback time* seria superior a cinco anos. No SF, com a ração variando de US\$ 1,35 a 1,93 kg⁻¹, a atividade seria viável, uma vez que o *payback time* seria sempre menor que cinco anos.

Discussão

Nas condições estabelecidas neste estudo, a análise econômica comprovou a viabilidade da criação do beijupirá no Brasil tanto em sistemas em mar aberto em escala industrial, quanto em áreas abrigadas em sistemas familiares. O presente estudo identificou o número mínimo de 24 gaiolas para sistemas industriais em mar aberto e 6 gaiolas para sistemas artesanais ou familiares como sendo as quantidades mínimas de gaiolas para que cada sistema possa ser considerado viável economicamente. A criação de beijupirá no SI, nos moldes aqui apresentados, necessitaria de um investimento inicial da ordem de US\$ 1,5 milhão, sendo uma atividade que demanda grande volume de capital. Esses valores são, em grande parte, atribuídos à peculiaridade das operações em mar aberto (Lipton e Kim, 2007; Bostock et al., 2010), que demandam pessoal treinado e embarcações e equipamentos especializados. Huguenin (1997) ressalta que, embora os custos de investimento sejam importantes, em geral as análises econômicas não são muito sensíveis aos custos iniciais de instalação dos sistemas de criação. Além disso, os custos iniciais nem sempre refletem os verdadeiros custos do sistema de criação. Uma avaliação comparativa dos custos de implantação das gaiolas também deveria considerar possíveis diferenças em durabilidade, custos de operação e manutenção, necessidade de equipamentos auxiliares e o próprio desempenho do sistema.

O interesse pela piscicultura em mar aberto cresce em todo o mundo em função de alguns fatores negativos que afetam os sistemas costeiros, como poluição e conflitos com outros usuários (Lipton e Kim, 2007; Bunting e Shpigel, 2009; Kapetsky et al., 2013). A piscicultura em mar aberto permite a utilização de áreas com ótimas condições ambientais, onde as correntes marinhas são capazes de manter altos níveis de oxigênio dissolvido no interior das gaiolas ao mesmo tempo em que minimizam os impactos ambientais pela dispersão dos resíduos (Beveridge, 2004). Por outro lado, a instalação de gaiolas em

ambientes expostos, como o mar aberto, implica em custos de implantação e operação comparativamente mais elevados (Beveridge, 2004; Miao et al., 2009), o que foi confirmado neste estudo. Vários autores (Huguenin, 1997; Kaiser et al., 2010; Domingues et al., 2014) indicam que a piscicultura em mar aberto depende da escala de produção a fim de ser economicamente viável. Nesse caso, à medida que se incrementa a escala de produção, o custo total médio de produção diminui.

Nos empreendimentos de piscicultura em mar aberto, as gaiolas de PEAD são as estruturas mais comumente utilizadas em todo mundo em função de sua durabilidade e custo relativamente acessível (Bostock et al., 2010). No caso do Brasil, em função da necessidade de se importar esses equipamentos, deve-se atentar para a flutuação cambial. Neste estudo, a cotação do dólar americano foi estabelecida em R\$ 1,74, mas a sua variação nos últimos três anos oscilou entre R\$ 1,56 e R\$ 2,25 (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2013). Outro importante fator a considerar é a alta carga dos impostos de importação, que correspondeu a 21,14% do investimento inicial no SI. Considerando o potencial para geração de renda, emprego e divisas dessa atividade, Domingues et al. (2014) sugerem a isenção total de impostos ou a diminuição da alíquota sobre a importação desses equipamentos, o que deveria ser estabelecido em paralelo a uma política de apoio à empresas nacionais na produção e, principalmente, na instalação destes equipamentos.

No sistema familiar, os custos iniciais são consideravelmente menores, uma vez que a menor energia de correntes marinhas e ondas em áreas costeiras abrigadas possibilitam a utilização de materiais e equipamentos artesanais e de baixo custo. Isso garante uma menor necessidade de investimentos, assim como ocorre nas criações de peixes marinhos em Taiwan (Huang et al., 2011) e no Vietnã (Nhu et al., 2011), e na criação de tilápias (Schmittou, 1993), em especial na região sudeste do Brasil (Zimmermann e Fitzsimmons, 2004). Esse tipo de sistema se mostrou mais adaptado às condições brasileiras.

No caso do Brasil, que ainda conta com pouca experiência na produção de peixes marinhos, uma estratégia adequada para o desenvolvimento dessa atividade talvez fosse iniciar projetos de criação em escalas pequena ou média e aumentar gradativamente o volume de produção paralelo ao acúmulo de experiência e capitalização dos produtores, mas também como consequência da solidificação da cadeia produtiva. Nesse sentido, Miao et al. (2009) recomendam que, a curto prazo, uma estratégia de investimento seria a instalação de empreendimentos em áreas costeiras, assim como ocorre em Taiwan.

Independentemente do sistema de produção, os gastos com alimentação são o principal componente do custo operacional, o que foi relatado na produção de várias espécies de peixe marinho (Bombero-Tuburan et al., 2001; Miao e Tang, 2002; Miao et al., 2009; Huang et al., 2011). Especificamente na criação do beijupirá, Huang et al. (2011) concluíram que os custos operacionais com a alimentação variam de acordo com o país, sendo igual a 92,2% na China, 84,4% em Taiwan e 90,2% no Vietnã. Por se tratar de uma espécie relativamente nova na aquicultura (Holt et al., 2007), ainda são muitas as lacunas de conhecimento sobre exigências nutricionais do beijupirá (Fraser e Davies, 2009; Cavalli e Garcia, 2012). Apesar do beijupirá ser tradicionalmente comercializado com peso acima de quatro kg, todos os estudos de exigência nutricionais disponíveis até o momento foram realizados com peixes com peso inferior a 100 g. Se faz necessário, portanto, definir as exigências nutricionais em peixes com peso acima de 1-2 kg, principalmente por que é ao final do ciclo produtivo que a maior quantidade de ração é fornecida, sendo a que tem maior impacto na viabilidade econômica (Cavalli e Garcia, 2012).

A adoção das diferentes rações disponíveis no mercado brasileiro não geram mudanças no desempenho, conforme observado em outros países (Rombenso et al., 2009; Cavalli et al., 2011). Além de concentrações de aminoácidos essenciais abaixo das recomendadas para a espécie, Cavalli et al. (2011) relatam dietas com baixa atratividade e palatabilidade, inclusive com peixes regurgitando a ração. O uso de peixes de baixo valor comercial oriundos da pesca extrativa (rejeito de pesca), como ocorre na Ásia (Liao et al., 2004; Nguyen et al., 2008; Nhu et al., 2011), poderia ser considerado uma solução para esse problema. No entanto, além do alto potencial poluidor, o rejeito de pesca não tem uma composição estável, e apresenta dificuldades no transporte, armazenamento e fornecimento (Su et al., 2000). Do ponto de vista produtivo, Nguyen et al. (2008) encontraram um maior crescimento de beijupirás alimentados com uma dieta balanceada em comparação ao rejeito de pesca.

Aplicando a análise de sensibilidade para avaliar os custos de produção e o impacto da alimentação na produção de peixes marinhos, Kam et al. (2003) e Lipton e Kim (2007) concluíram que uma maior eficiência em termos de FCA pode reduzir significativamente os custos de produção. Neste estudo, a análise de sensibilidade demonstrou que a variação do custo da ração e FCA são fundamentais na viabilidade econômica da criação do beijupirá, podendo transformar um cenário negativo em positivo. Portanto, o gerenciamento eficaz da alimentação nesse tipo de atividade é fundamental para torná-la economicamente viável. Do ponto de vista do gerenciamento da alimentação, iniciativas como, treinamento de pessoal no

armazenamento e distribuição da ração, uso de sistemas de alimentação automáticos ou semiautomáticos e de filmagens subaquáticas, para monitorar o consumo de ração, podem auxiliar no manejo da alimentação e levar a uma diminuição do FCA, assim como ocorreu na criação do salmão (Sarker et al., 2013). Infelizmente, apesar do potencial para reduzir a pressão econômica e ambiental sobre a criação de peixes marinhos, não existem muitos trabalhos realizados para se estabelecer práticas de gestão de alimentação adequada para o beijupirá (Fraser e Davies, 2009; Cavalli e Garcia, 2012; Costa-Bomfim et al., 2013).

A sobrevivência ao longo do ciclo produtivo, e consequentemente a produtividade final, também pode decretar o lucro ou prejuízo na criação de peixes marinhos (Kam et al., 2003). Neste estudo, o SI não seria viável com uma produtividade igual a $6,3 \text{ kg m}^{-3}$, ou uma sobrevivência igual ou inferior a 65%. Como a qualidade dos alevinos afeta diretamente a sobrevivência e a produtividade, a escolha do laboratório fornecedor de alevinos é fundamental para o sucesso da atividade. Na China e em Taiwan, o sucesso da criação do beijupirá está diretamente atrelado ao desenvolvimento de laboratórios de produção de alevinos (Huang et al., 2011), o que também foi relatado por Lipton e Kim (2007) no caso da Coreia do Sul. Portanto, assim como nos países asiáticos, a criação do beijupirá no Brasil depende do estabelecimento de uma cadeia de laboratórios de produção de alevinos, a qual, pelo princípio da livre concorrência, pode levar a um aumento na qualidade e diminuição no preço. Entretanto, em função da piscicultura marinha ainda não estar consolidada no Brasil, a oferta de alevinos ainda é limitada, em vista do pequeno número de laboratórios em funcionamento, o que resulta também num padrão de qualidade variável.

No SI a diferença entre o preço de custo e o de venda foi de aproximadamente US\$ 1.7, enquanto o SF foi de cerca de US\$ 2.50. Ambos os sistemas de produção aqui analisados seriam inviáveis caso o preço de venda do quilograma de beijupirá fosse inferior a US\$ 8,62. A atividade somente seria considerada viável com preços acima desse valor, ou ainda se vendido a US\$ 6,90, mas combinado com um FCA de 1,5 ou sobrevivência acima de 80%. Analisando o preço de venda, Whitmarsh et al. (2006) concluíram que a criação de salmão não suportaria quedas nos preços de comercialização do salmão abaixo de 2% dos preços médios praticados na Escócia. Tomando como base outras formas de aquicultura que se consolidaram com o passar do tempo, é fácil imaginar que o preço de comercialização do beijupirá venha a diminuir com o aumento da oferta, assim como ocorreu com a tilápia (Firretti et al., 2007) e o salmão do Atlântico (Xie et al., 2009). É importante, portanto, considerar eventuais quedas nos preços de mercado devido ao aumento nos volumes de

923 produção. Por causa disso, a indústria precisa estar preparada para investir na diversificação
924 das formas de oferecimento do produto e agregação de valor, o que possivelmente garantiria
925 maior flexibilidade tanto em termos de colocação no mercado como as possíveis variações de
926 oferta.

927 Em função da facilidade de acesso e manejo do sistema de criação, o SF pode ter certa
928 vantagem na comercialização sobre o SI. Como os peixes atingem tamanhos variados ao
929 longo de seu crescimento, o SF pode mais facilmente atender, por exemplo, às vendas por
930 encomenda, atendendo assim o comércio regional. Essa prática pode favorecer a obtenção de
931 valores de venda superiores aos obtidos na venda de grandes volumes de peixe (Kam et al.,
932 2003). As condições de comercialização influenciam diretamente o preço de venda, o qual,
933 por sua vez, pode viabilizar economicamente a atividade. De nada adianta produzir em grande
934 escala, se o preço de venda for baixo.

936 **Conclusão**

937 Nas condições aqui estabelecidas, a criação de beijupirá no Brasil pode ser
938 considerada viável economicamente tanto em sistemas em mar aberto em escala industrial,
939 quanto em áreas abrigadas em sistemas familiares. O sistema de produção industrial
940 demonstra maior sensibilidade às variações de FCA, preço de venda e taxa de
941 sobrevivência/produktividade, quando comparados ao sistema familiar. O apoio
942 governamental, principalmente por meio de subsídios e/ou diminuição de impostos e
943 tributos, pode ter papel importante no desenvolvimento inicial da piscicultura marinha no
944 país.

946 **Bibliografia**

- 947 Baldisserotto, B., Gomes, L. C. 2005. Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. 1.ed.
948 Santa Maria: Editora da UFSM, 472 p.
- 949 Benetti, D. D., Orhun, M. R., Sardenberg, B., O'hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I.,
950 Rivera, J. A., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., Cavalin, F. 2008. Advances in
951 hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus).
952 Aquaculture Research, 39: 701-711.
- 953 Beveridge, M. 2004. *Cage aquaculture*. 3. ed. London: Blackwell Science. 368 p.

- 954 Bombeo-Tuburan, I., Coniza, E. B., Rodriguez, E. M., Agbayani, R. F. 2001. Culture and
955 economics of wild grouper (*Epinephelus coioides*) using three feed types in ponds.
956 Aquaculture, 201: 229-240.
- 957 Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D.,
958 Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., Corner, R. 2010. Aquaculture: global status and
959 trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 365: 2897-1912.
- 960 Brasil, 2012. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR. Simples Nacional e as
961 Responsabilidades na Área Rural Projeto Cidadania Rural / Serviço Nacional de
962 Aprendizagem Rural; Receita Federal do Brasil. – Brasília, DF 24 p.
- 963 Bunting, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D.,
964 Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., Corner, R. 2012. Aquaculture: global status and
965 trends. Philosophical transactions of the Royal Society B, 365: 2897-2912.
- 966 Cavalli, R. O., Garcia, A. S. 2012. Exigências nutricionais e alimentação do beijupirá. In:
967 Fracalossi, D. M., Cyrino, J. E. P. (Eds.). NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de
968 espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: AQUABIO, 269-282.
- 969 Cavalli, R. O., Domingues, E. C., Hamilton, S. 2011. Desenvolvimento da produção de peixes
970 em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. Revista da Sociedade Brasileira de
971 Zootecnia, 40: 155-164.
- 972 Costa-Bomfim, C. N., Pessoa, W. V. N., Oliveira, R. L. M., Farias, J. L., Domingues, E.
973 C., Hamilton, S., Cavalli, R. O. 2013 . The effect of feeding frequency on growth
974 performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). Journal of
975 Applied Ichthyology 30: 135-139.
- 976 Domingues, E. C., Hamilton, S., Bezerra, T. R. Q., Cavalli, R. O. 2014. Viabilidade
977 econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. Boletim do Instituto
978 de Pesca, no prelo.
- 979 FAO, 2013. Cultured Aquatic Species Information Programme – *Rachycentron canadum*
980 Disponível em: <www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentroncanadum/en>
981 Acesso em: 06 set. 2013.
- 982 Kapetsky, J. M., Aguilar-Manjarrez, J., Jenness, J. 2013. A global assessment of offshore
983 mariculture potential from a spatial perspective. Rome. FAO Fisheries and aquaculture
984 technical paper no. 549. Rome, FAO. 181 p.
- 985 Figueiredo, J. L., Menezes, N. A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III.
986 Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90 p.

987 Firretti, R., Sales, D. S., Garcia, S. M. 2007. Lucro com tilápia é para profissionais. Anualpec
 988 2007. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 285-286.

989 Fraser, T. W. K., Davies, S. J. 2009. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron*
 990 *canadum* (Linnaeus): a review. Aquaculture Research, 40: 1219-1234.

991 Holt, G. J., Faulk, C., Schwarz, M. 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentrom*
 992 *canadum*, a warm water marine fish. Aquaculture, 268: 181-187.

993 Huang, C., Miao, S., Nan, F., Jung, S. 2011. Study on regional production and economy of
 994 cobia (*Rachycentron canadum*) commercial cage culture. Aquaculture International, 19:
 995 649-664.

996 Huguenin, J. E. 1997. The design, operations and economics of cage culture systems.
 997 Aquacultural Engineering, 16: 167-203.

998 IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). 2013. Série histórica da Taxa de câmbio
 999 comercial para venda: real (R\$) / dólar americano (US\$) – média entre 2010 e 2013.
 1000 Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acessado em 07 de agosto de 2013.

1001 Kaiser, M. J., Yu, Y., Snyder, B. 2010. Economic feasibility of using offshore oil and gas
 1002 structures in the Gulf of Mexico for platform-based aquaculture. Marine Policy, 34:
 1003 699–707.

1004 Kam, L. E., Leung, P. S., Ostrowski, A. C. 2003. Economics of offshore aquaculture of
 1005 Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. Aquaculture, 223: 63–87.

1006 Kam, L. E. and Leung, P. S. 2008. Financial risk analysis in aquaculture. In: Bondad-
 1007 Reantaso, M. G., Arthur, J. R., Subasinghe, R. P. (Eds). Understanding and applying
 1008 risk analysis in aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 519.
 1009 Rome, FAO, 153–207.

1010 Kapetsky, J. M., Aguillar-Manjarrez, J., Jenness, J. 2013. A global assessment of offshore
 1011 mariculture potential from a spatial perspective. Rome. FAO Fisheries and Aquaculture
 1012 technical paper no. 549. Rome, FAO. 181 p.

1013 Liao, I. C., Huang, T., Tsai, W., Hsueh, C., Chang, S., Leño, E. M. 2004. Cobia culture in
 1014 Taiwan: current status and problems. Aquaculture, 237: 155-165.

1015 Liao, I. C., Leño, E. M. 2007. Cobia aquaculture: research, development and commercial
 1016 production. Taiwan: Asian Fisheries Society, 178 p.

1017 Lima, F. 2009. Estado realiza operação pioneira. Jornal do Commercio, Recife, p. 8.
 1018 Economia, 25 out. 2009.

- 1019 Lipton, D. W., Kim, D. H. 2007. Assessing the economic viability of offshore aquaculture in
1020 Korea: an evaluation based on rock bream, *Oplegnathus fasciatus*, production. Journal
1021 of the World Aquaculture Society, 38(4): 506–15.
- 1022 Lisac, D., Muir, J. 2000. Comparative economics of offshore and mariculture facilities. In:
1023 Muir, J., Basurco, B. (Eds.). Mediterranean offshore mariculture. Zaragoza: CIHEAM,
1024 203-211.
- 1025 Martin, N. B., Serra, R., Oliveira, M. D. M., Angelo, J. A., Okawa, H. 1997. *Sistema*
1026 *“CUSTAGRI”*: sistema integrado de custos agropecuários. São Paulo: IEA/SAA, 1-75.
- 1027 Matsunaga, M., Bemelmans, P. F., Toledo, P. E. N. 1976. Metodologia de custo utilizada pelo
1028 IEA. Agricultura em São Paulo, São Paulo, 23(1): 123-139.
- 1029 Megliorini, E., Vallim, M. A. 2009. Administração financeira: uma abordagem brasileira. São
1030 Paulo: Pearson Prentice Hall. 252 p.
- 1031 Miao, S., Tang, H. C. 2002. Bioeconomic analysis of improving management productivity
1032 regarding grouper *Epinephelus malabaricus* farming in Taiwan. Aquaculture, 211: 151-
1033 169.
- 1034 Miao, S., Jen, C. C., Huang, C. T., Hu, S. H. 2009. Ecological and economic analysis for
1035 cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. Aquaculture
1036 International, 17(2): 125-141.
- 1037 MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. 2013. Boletim estatístico da pesca e aquicultura -
1038 2011. Disponível em [http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf)
1039 [Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf). Acessado em 05 de janeiro de 2014.
- 1040 Natale, F., Fiore, G., Hofherr, J. 2011. Mapping the research on aquaculture. A bibliometric
1041 analysis of aquaculture literature. Scientometrics, 90: 983–999.
- 1042 Nguyen, Q. H., Sveier, H., Bui, V. H., Le, A. T., Nhu, V. C., Tran, M. T., Svennevig, N.
1043 2008. Growth performance of cobia, *Rachycentron canadum*, in sea cages using
1044 extruded fish feed or trash fish. In: Yang, Y., Vu, X. Z., Zhou, Y. Q. Cage aquaculture
1045 in Asia: Proceeding of the Second International Symposium on cage aquaculture in
1046 Asia. Manila: Asian Fishery Society, 42-47.
- 1047 Nhu, V. C., Nguyen, Q. H., Le, T. L., Tran, M. T., Sorgeloos, P., Dierckens, K., Reinertsen,
1048 H., Kjorsvik, E., Svennevig, N. 2011. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in
1049 Vietnam: recent developments and prospects. Aquaculture, 315: 20-25.
- 1050 Posadas, B. C., Bridger, J. B. 2003. Economic feasibility of offshore aquaculture in the Gulf
1051 of Mexico. In Bridger, J.B., Costa-Pierce, B. A. eds. Open ocean aquaculture: from

1052 research to commercial reality. The World Aquaculture Society, Baton Rouge,
 1053 Louisiana, USA, 302–317.

1054 Posadas, B. C., Hanson, T. R. 2006. Economics of integrating nursery systems into indoor
 1055 biosecure recirculating saltwater shrimp grow-out systems. In Leung, P.S. and Engle C.
 1056 eds. Shrimp culture: economics, market, & trade, 279–290.

1057 Rombenso, A. N., Moreira, C. B., Miranda-Filho, K. C., Sampaio, L. 2009. Avaliação do
 1058 crescimento de bijupirá *Rachycentron canadum* alimentados com uma dieta comercial e
 1059 peixe fresco. In: *Proceedings of the 2ª Conferência Latino Americana sobre Cultivo de*
 1060 *Peces Nativos*, 3, Chascomús, Argentina.

1061 Sampaio, L. A. N., Moreira, C. B., Miranda-Filho, K. C., Rombenso, A. N. 2011. Culture of
 1062 cobia *Rachycentron canadum* (L.) in near-shore cages off the Brazilian coast.
 1063 Aquaculture Research, 42: 832-834.

1064 Sarker, P. K., Bureau, D. P., Hua, K., Drew, M. D., Forster, I., Were, K., Hicks, B.,
 1065 Vandenberg, G. W. 2013. Sustainability issues related to feeding salmonids: a Canadian
 1066 perspective. Reviews in Aquaculture, 5: 1-21.

1067 Schmittou, H. R. 1993. High density fish culture in low volume cages. Singapore: American
 1068 Soybean Association. 78 p.

1069 Su, M. S., Chien, Y. H., Liao, I. C. 2000. Potential of marine cage aquaculture in Taiwan:
 1070 cobia culture. In: Liao, I. C. e Lin, C. K. Cage Aquaculture in Asia – Proceedings of the
 1071 First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia. Taiwan: Asian Fisheries
 1072 Society, 97-109.

1073 Whitmarsh, D. J., Cook, E. J., Black, K. D. 2006. Searching for sustainability in aquaculture:
 1074 an investigation into the economic prospects for an integrated salmon–mussel
 1075 production system. Marine Policy, 30: 293–298.

1076 Xie, J., Kinnucan, H. W., Myrland, O. 2009. Demand elasticities for farmed salmon in world
 1077 trade. European Review of Agricultural Economics, 36(3): 425–445.

1078 Zimmermann, S. Fitzsimmons, K. 2004. Tilapicultura intensiva. In: Cyrino, J. E. P., Urbinati,
 1079 E. C., Fracalossi, D. M., Castagnolli, N. (eds). Tópicos especiais em piscicultura de
 1080 água doce tropical intensiva. Tec Art, São Paulo, 239-266.

1081
 1082

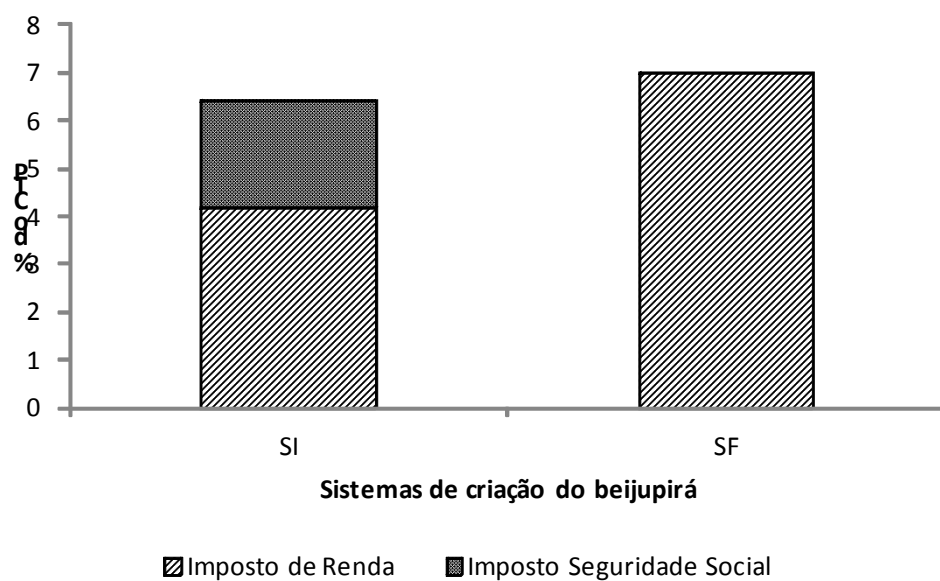


Figura 1. Carga tributária direta sobre o custo total de produção (% do CTP) para um ciclo de criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistemas de produção industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil.

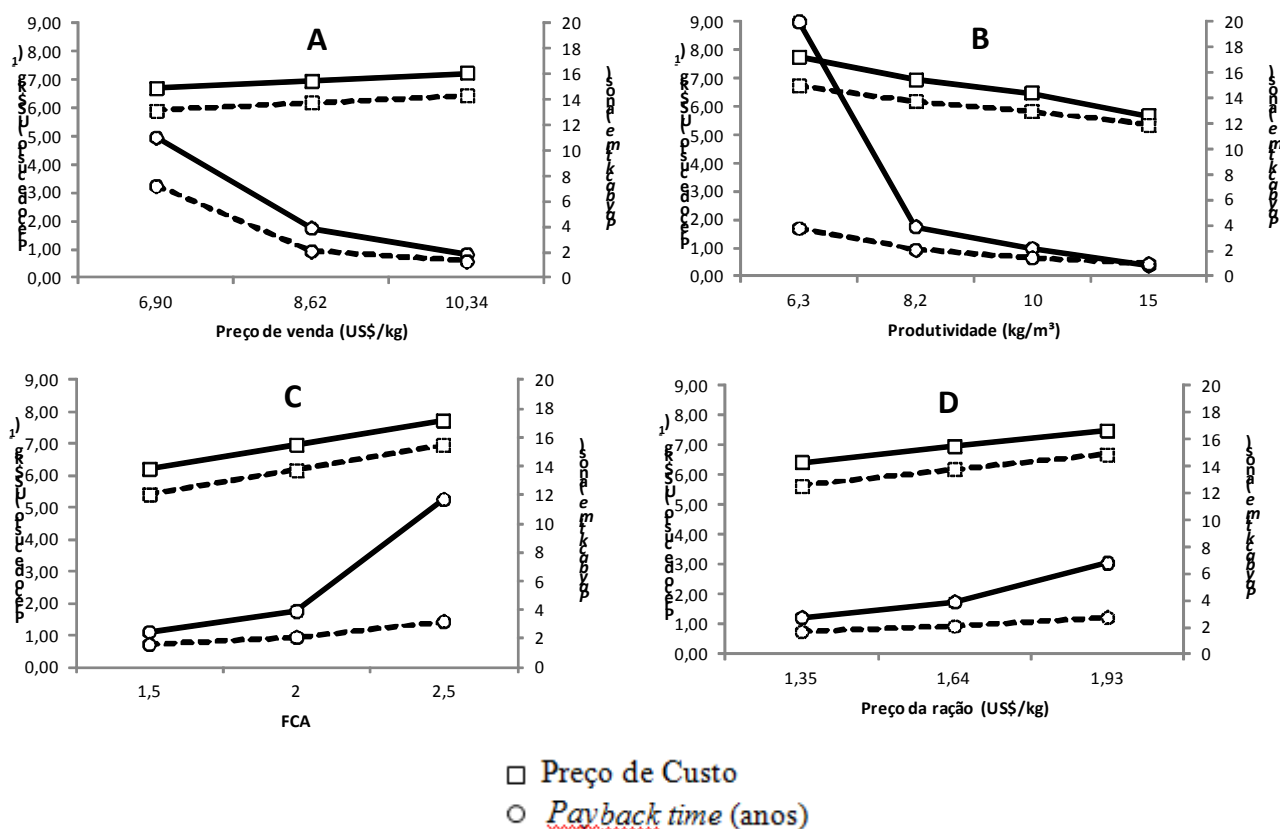


Figura 2. Variação do preço de custo (US\$ Kg⁻¹) e do *payback time* (anos) em função da oscilação do preço de venda (A), produtividade (B), FCA (C) e preço da ração (D) na criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistemas de produção industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil (Linha contínua – SI; Linha tracejada – SF).

Tabela 1. Investimento inicial (em US\$) para a criação de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em gaiolas flutuantes no sistema industrial (SI) e no sistema familiar (SF) no Brasil.

Itens	SI		SF	
	US\$	%	US\$	%
Gaiolas flutuantes*	388.989	26,66	5.517	34,10
Redes de nylon **	171.294	11,74	4.955	30,63
Sistema de ancoragem *	211.954	14,52	719	4,44
Sistema de sinalização *	10.554	0,72	86	0,53
Embarcações *	158.331	10,85	862	5,33
Mão de obra para instalação	51.563	3,53	-	-
Projeto executivo	20.114	1,38	862	5,33
Veículo utilitário *	20.115	1,38	-	-
Frete Chile / Brasil	68.118	4,67	-	-
Taxa anual de concessão da área	3.265	0,22	102	0,63
Impostos de importação	308.451	21,14	-	-
Diversos **	46.585	3,19	3.076	19,01
Total	1.459.333	100,0	16.179	100,0

* Vida útil estimada em dez anos;

**Vida útil estimada em cinco anos.

Tabela 2. Custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total de produção (CTP) anual na criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistemas industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil.

Descrição dos itens	SI		SF	
	US\$	%	US\$	%
Mão de obra	146.896	9,11	-	-
Alevinos	299.234	18,55	1.939	12,54
Ração fase alevinagem	-	-	258	1,67
Ração fase de engorda	1.039.442	64,43	12.134	78,49
Energia elétrica	1.379	0,09	-	-
Combustível	22.956	1,42	-	-
Alimentação da equipe de mar	19.310	1,20	-	-
Cabos para manutenção (ancoragem)	20.034	1,24	-	-
Manutenção da embarcação	13.793	0,85	207	1,34
Manutenção de carro utilitário	1.034	0,06	-	-
Manutenção material de mergulho	3.174	0,20	345	2,23
Aluguel de embarcação	14.943	0,93	-	-
Aluguel de escritório	13.795	0,86	-	-
Monitoramento ambiental	17.243	1,07	575	3,73
Custo operacional efetivo (COE)	1.613.233	100,0	15.458	100,0
Depreciação	122.535		2.324	
Encargos sociais ¹	48.476		-	
Despesas gerais ²	80.662		773	
Encargos financeiros ³	70.579		677	
Outros impostos ⁴	92.493		1.597	
Custo operacional total (COT)	2.027.978		20.829	
Remuneração ao investimento ⁵	175.120		1.942	
Custo total de produção (CTP)	2.203.098		22.771	

¹ (33% do custo de mão de obra);

² (5% do COE);

³ (8,75% de 50% do COE);

⁴ (15% de imposto de renda sobre o lucro líquido anual presumido);

⁵ (12% a.a. sobre o investimento fixo de implantação).

Tabela 3. Produção anual, preço de venda, receita bruta, preço de custo, produção de equilíbrio, lucro operacional, valor presente líquido (VPL) e *payback time* na produção de beijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistemas industrial (SI) e familiar (SF) no Brasil.

	SI	SF
Produção anual (kg)	316.358	3.691
Preço de venda (US\$ kg ⁻¹)	8,62	8,62
Receita bruta (US\$) ¹	2.727.006	31.816
Preço de custo (US\$ kg ⁻¹) ²	6,96	6,17
Produção de equilíbrio (kg) ³	255.580	2.642
Lucro operacional (US\$) ⁴	523.908	9.045
VPL (US\$)	297.615	18.124
<i>Payback time</i> (anos)	3,88	2,07

¹ Produção x preço de venda

² CTP / produção total

³ CTP / preço de venda

⁴ Receita bruta - CTP

Artigo Científico 2

Desenvolvimento gonadal do beijupirá, *Rachycentron canadum*, criado em mar aberto na costa do estado de Pernambuco, Brasil.

Thales Ramon de Queiroz Bezerra, Ernesto C. Domingues, Santiago Hamilton e Ronaldo O. Cavalli

Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52.171-900, Recife, Pernambuco, Brasil

Resumo

Este estudo analisou o desenvolvimento gonadal do beijupirá (*Rachycentron canadum*) criado em gaiolas flutuantes na plataforma continental de Pernambuco a fim de averiguar a possibilidade desses peixes se reproduzirem ao longo do ciclo de engorda. No período de janeiro e setembro de 2011, 132 exemplares foram amostrados, com o comprimento total (CT) variando entre 26,2 e 61,0 cm, e o peso total (PT) entre 121 e 2.436 g. A proporção macho/fêmea foi de 1:1 e o índice gonadosomático (IGS) médio das fêmeas variou entre 0,37 e 1,38, sendo o maior valor classificado como em maturação final. Para os machos, os IGS médios oscilaram entre 0,25 e 0,62, com as maiores médias sendo referentes aos maduros. A distribuição do comprimento total (CT) e peso eviscerado (PE) entre machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Foram encontrados machos em estágios imaturos, em maturação e maduros. Embora o curto período de criação não tenha permitido a amostragem de fêmeas plenamente maduras, os resultados indicam a possibilidade de reprodução de beijupirás criados intensivamente em mar aberto na costa do estado de Pernambuco. O desenvolvimento dessa atividade deve considerar estratégias que minimizem ou evitem as fugas de ovos e/ou larvas para o ambiente natural como o uso de peixes triploides, de monossexo, plantéis de reprodutores com maturação tardia ou a finalização do ciclo de engorda anteriormente ao processo de maturação sexual.

Palavras chave: Piscicultura marinha, desenvolvimento gonadal, impacto ambiental.

31 **Introdução**

32 Estudos sobre a biologia reprodutiva de peixes são comumente realizados com o
33 objetivo de conhecer a ecologia de espécies de interesse, especialmente com o intuito de
34 auxiliar na gestão pesqueira. Na aquicultura, o conhecimento sobre a reprodução de peixes
35 também é importante, pois a disponibilidade de ovos e larvas de qualidade e a capacidade de
36 controlar a reprodução são fundamentais na criação de qualquer espécie. O entendimento
37 sobre a biologia da reprodução de peixes em cativeiro também serve para definir se a espécie
38 alcança a maturação sexual durante a sua criação e, dessa forma, permitiria evitar ou mitigar
39 possíveis problemas que a fuga de ovos e/ou larvas possa causar às populações selvagens
40 (Jonsson e Jonsson, 2006).

41 O Brasil possui uma ictiofauna marinha com alta diversidade de espécies de valor
42 econômico. Nos últimos anos, a aquicultura do beijupirá (*Rachycentron canadum*) tem
43 despertado o interesse de produtores brasileiros (Cavalli et al., 2011, Hamilton et al., 2013),
44 devido, principalmente, aos índices de produção alcançados na Ásia (Liao e Leño, 2007;
45 Nhu et al., 2011). O beijupirá é nativo da costa brasileira (Figueiredo e Menezes, 1980), tem
46 rápido crescimento (Liao e Leño, 2007; Benetti et al., 2008) e as tecnologias de produção de
47 formas jovens em cativeiro e de engorda em gaiolas ou tanques-rede estão disponíveis (Holt
48 et al., 2007b; Liao e Leño, 2007; Benetti et al., 2008; Nhu et al., 2011).

49 A criação do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e do bacalhau (*Gadus morhua*) vêm
50 experimentando uma série de problemas com a fuga de peixes (Jonsson e Jonsson, 2006;
51 Jørstad et al., 2008), inclusive por que essas espécies são capazes de se reproduzir e liberar
52 material genético para o ambiente natural (McGinnity et al., 2003; Jørstad et al., 2008).
53 Porém, para espécies que se reproduzem em mar aberto, como o beijupirá (Kaiser e Holt,
54 2005), o conhecimento sobre o impacto dessas fugas é praticamente inexistente (Meager et
55 al., 2009).

No Brasil, o beijupirá vem sendo reproduzido em cativeiro desde 2006, quando desovas espontâneas foram obtidas em vários laboratórios (Carvalho Filho, 2006; Souza-Filho e Tosta, 2008; Peregrino Jr. et al., 2014). Em muitos desses casos, foram observadas desovas viáveis de animais com tamanho e idade inferiores aos indicados pela literatura, o que sugere a antecipação da maturidade sexual em indivíduos de cativeiro. Este trabalho analisou a possibilidade da liberação de gametas por beijupirás (*R. canadum*) mantidos sob condições de criação intensiva em gaiolas flutuantes instaladas na plataforma continental de Pernambuco.

Material e Métodos

Exemplares de beijupirá criados em cativeiro foram obtidos junto ao projeto “Cação de escama” (Cavalli et al., 2011). Quatro gaiolas flutuantes circulares com 16 m de diâmetro e 6 m de profundidade (1.200 m³ de volume) foram instaladas em frente à praia de Boa Viagem, Recife (08°08'29,61"S 034°49'21,62"W) a cerca de 6 km da costa e a uma profundidade de 23 m. Juvenis foram estocados nas gaiolas a uma densidade de 3,0 peixes m⁻³, em dezembro de 2010. Durante nove meses, os peixes receberam duas refeições diárias de uma ração comercial com 42% de proteína bruta e 8% de lipídios.

No período de janeiro a setembro de 2011, amostras aleatórias foram realizadas, em intervalos de aproximadamente 60 dias (Tabela 1), com o uso de rede puçá no momento da oferta da ração. Os peixes foram imediatamente sacrificados em água com gelo e transportados até o porto em caixas térmicas com gelo. Em laboratório, os peixes foram então mantidos a -18°C durante aproximadamente uma semana até a dissecação. O tamanho amostral dependeu das condições do tempo e do mar e variou de 13 a 31 exemplares por amostra.

No laboratório, os peixes foram descongelados, pesados e medidos, aferindo-se o comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), peso total (PT), e peso eviscerado (PE).

As gônadas foram extraídas, medidas, pesadas e fixadas em solução de formalina a 10%, por um período de 48 h, e finalizado com a transferência para solução de álcool a 70%. Depois de fixadas, as gônadas foram analisadas macro e microscopicamente para identificação do sexo e estágio de maturação. As análises microscópicas foram realizadas em parte da amostra total e serviram para determinar os estágios do restante das amostras, através da comparação macroscópica. Os estágios de maturação foram classificados a partir da escala adaptada de Brown-Peterson et al. (2011) para fêmeas (imaturo, maturação inicial, maturação final, maduro, desovado e em repouso) e machos (imaturo, em maturação, maduro e em repouso). As gônadas foram seccionadas na porção mediana, desidratadas, imersas em blocos de parafina, seccionadas a 6 µm, coradas com hematoxilina/eosina e examinadas em microscópio óptico.

A proporção sexual foi avaliada com o teste de Chi-quadrado (χ^2), considerando uma expectativa de relação de 1:1 entre fêmeas e machos. Para avaliação de diferenças na distribuição do comprimento total (CT) entre os sexos foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) ($p < 0,05$). O mesmo teste foi aplicado para a distribuição do peso eviscerado (PE) entre os sexos ($p < 0,05$). Os índices gonadossomáticos (IGS) foram avaliados para os sexos separadamente, sendo que os indivíduos imaturos foram excluídos da análise. A estimativa do IGS foi realizada através do percentual do peso das gônadas em relação ao peso eviscerado de cada exemplar. A fecundidade relativa, o tipo de desova e o tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) não foram estimados, uma vez que os peixes amostrados não atingiram a maturação sexual plena até o final do período amostral.

Resultados

O sexo foi determinado em todos os 132 indivíduos amostrados, dos quais exatamente a metade (66) era de fêmeas. O número de exemplares coletados nas amostras bimestrais variou

de 13 a 31 exemplares em função das condições do mar no momento das coletas. A proporção sexual, portanto, foi rigorosamente de 1:1. O teste de Chi-quadrado confirmou a inexistência de diferenças significativa na proporção sexual também ao longo das coletas bimestrais (Tabela 1).

O CT dos 132 indivíduos amostrados se distribuiu entre 26,2 ± 61,0 cm, com moda na classe de 30,1 ± 38,0 cm para os machos (Figura 1). O maior exemplar coletado foi de um macho, sendo que nas maiores classe de comprimento, predominaram as fêmeas (Figura 1). A distribuição do CT entre os sexos não apresentou diferença significativa (Teste K-S, $p = 0,544$), assim como a distribuição do PE entre os sexos, que variou entre 108,0 e 2.074,0 g (Teste K-S, $p = 0,560$).

Dos 132 indivíduos amostrados, 25 (12 machos e 13 fêmeas) foram selecionados para a avaliação histológica (microscópica). Nas fêmeas, foram observados três estágios de maturação: imaturo (A), maturação inicial (B1) e maturação final (B2). Do total de 66 fêmeas, 14 (21,2%) estavam no estágio imaturo, evidenciado pela presença de ovogônias; 33 fêmeas (50,0%) estavam no estágio de maturação inicial, corroborado pelo grande número de ovócitos em crescimento primário e em fase cortical alveoli. As 19 fêmeas restantes (28,8%) se encontravam no estágio de maturação final, com ovócitos em vitelogênese inicial e vitelogênese avançada. A partir de abril de 2011 não foram observadas fêmeas imaturas. Com o crescimento dos peixes, o desenvolvimento gonadal aumentou gradativamente. Em setembro, apenas 12,0% das fêmeas estavam em maturação inicial, enquanto que 88,0% encontravam-se em maturação final (Figura 2).

Dos 66 machos amostrados, 14 (21,2%) encontravam-se imaturos, 11 (16,7%) em maturação (B) e 41 (62,1%) maduros (C). A maturidade reprodutiva foi comprovada pela presença significativa de espermátócitos e espermátogônias nos testículos analisados. Os 41 exemplares maduros apresentavam elevado número de espermatozóides nos túbulos

seminíferos, que caracteriza tal estágio. Assim como nas fêmeas, os estágios de maturação evoluíram gradativamente com o aumento do tamanho dos peixes. Na coleta de fevereiro de 2011, todos os machos estavam imaturos. Em abril, 70% dos machos estavam em maturação, e 30% maduros. A partir de junho, 100% dos machos estavam maduros (Figura 3).

Em relação à distribuição do IGS médio por estágio de maturação gonadal das fêmeas, observou-se que o seu aumento acompanhou gradativamente o desenvolvimento ovariano, crescendo do estágio imaturo até o término da criação, culminando com peixes em maturação final (Figura 4A). Nos machos, o IGS por estágio de maturação gonadal também aumentou gradativamente, acompanhando o desenvolvimento do testículo, partindo do estágio imaturo até a maturação plena (Figura 4B). Os menores IGS das fêmeas (entre 0,21 e 1,06) foram observados em fevereiro, enquanto os maiores em setembro (Figura 4C). Para os machos, os maiores IGS (entre 0,15 e 1,03) foram observados em setembro, enquanto os mais baixos ocorreram no mês de fevereiro (Figura 4D).

A média de IGS mensal foi calculada para as fêmeas e comparada com o trabalho de Domingues et al. (2007). De fevereiro a setembro de 2011 as médias do IGS para fêmeas criadas em cativeiro variaram de 0,37 a 1,38. A criação dos peixes em cativeiro se encerrou antes do previsto (12 meses) não sendo possível observar valores de IGS semelhantes aos das selvagens maduras, que na ocasião, superaram médias de IGS de 3,00 nos meses de verão (Figura 5).

A Figura 6 apresenta a relação entre peso das gônadas e o comprimento total das fêmeas e machos, respectivamente. O CT das fêmeas imaturas variou entre 26,2 e 31,2 cm, e os ovários, entre 0,15 e 1,49 g. Já nas fêmeas no estágio de maturação inicial, o CT variou entre 31,4 e 44,0 cm, enquanto os ovários pesaram entre 0,45 e 9,30 g. As fêmeas em estágio de maturação final tinham CT de 44,5 a 56,0 cm, e ovários entre 4,08 e 29,30 g. Para os machos, o CT dos exemplares imaturos variou entre 28,2 e 34,4 cm e os testículos tinham entre 0,27 e

1,69 g. Já os machos no estágio em maturação, o CT ficou entre 28,9 e 34,5 cm, enquanto os testículos variaram de peso entre 0,33 e 1,90 g. Para os machos maduros, o CT foi de 34,7 a 61,0 cm e os testículos pesavam entre 0,51 e 11,10 g.

Discussão

Estudos de biologia reprodutiva de populações selvagens indicam que os machos de beijupirá atingem a maturidade sexual após dois anos de vida (CT = 65 cm), enquanto as fêmeas a alcançam apenas no terceiro ano, com um CT de aproximadamente 80 cm (Franks e Brown-Peterson, 2002; Velde et al., 2010). Para exemplares nascidos e/ou mantidos em cativeiro, há uma tendência de que as desovas ocorram mais precocemente do que nos indivíduos selvagens. Por exemplo, Holt et al. (2007b) obtiveram desovas viáveis de exemplares mantidos em laboratório com dois anos de vida, enquanto beijupirás criados em gaiolas submersas no México e em Porto Rico desovaram com aproximadamente 10 meses (Benetti et al., 2008). Nesse caso, os machos tinham cerca de 2,0 kg e as fêmeas, 3,0 kg. De modo similar, machos foram capazes de liberar esperma apenas seis meses após o início da criação em gaiolas flutuantes na Colômbia (Ardila, comunicação pessoal¹). No sudeste do Brasil, fêmeas com menos de um ano de criação, e aproximadamente 3,0 kg, desovaram em tanques em terra (Manzella Jr, comunicação pessoal²). Neste estudo, todos os machos amostrados a partir de junho, ou seja, com CT $\geq$ 34,8 cm, foram considerados maduros. Em relação às fêmeas, as análises macro e microscópicas dos ovários e o aumento gradativo do IGS médio indicam claramente a evolução dos estágios de desenvolvimento gonadal. Isso permite inferir a ocorrência de desovas após menos de um ano do início da criação nas

¹ Ardila. "Comunicação pessoal", 10 de outubro de 2013, Diego F. Ardila, Antillana S.A., Cartagena, Colômbia.

² Manzella Jr. "Comunicação pessoal", 21 de outubro de 2013, João Carlos Manzella Junior, Maricultura Itapema Ltda., Ilhabela, SP, Brasil.

gaiolas, e confirma o observado nos estudos citados anteriormente, salientando, porém, que as condições ambientais eram diferentes.

No ambiente natural, o pico da atividade reprodutiva do beijupirá ocorre na primavera e verão (Lotz et al., 1996; Brown-Peterson et al., 2001; Kaiser e Holt, 2005; Velde et al., 2010), o que também foi observado para indivíduos mantidos em cativeiro (Carvalho Filho, 2006; Holt et al., 2007a; Nhu et al., 2011; Peregrino Jr. et al., 2014). Ao analisarem a histologia de exemplares capturados na costa de Pernambuco, Domingues et al. (2007) observaram que a atividade reprodutiva iniciava em outubro. De modo similar, as primeiras desovas naturais de reprodutores mantidos em tanques em terra na Bahia (Carvalho Filho, 2006) e em Pernambuco (Peregrino Jr. et al., 2014) também ocorreram em outubro. Embora as amostragens do presente estudo tenham sido realizadas somente até setembro, a elevação gradativa do IGS das fêmeas, particularmente entre junho e setembro, indica a possibilidade iminente de desovas. Nesse sentido, a comparação dos resultados de IGS médio das fêmeas deste estudo com os obtidos em fêmeas selvagens capturadas na plataforma continental de Pernambuco (Domingues et al., 2007), confirma tal hipótese (Figura 5). Devemos considerar, porém, que as fêmeas amostradas por Domingues et al. (2007) eram maiores (CF médio = 89,7 cm) do que as aqui amostradas.

Vários estudos realizados com adultos de beijupirá mantidos em cativeiro demonstraram que o período de atividade reprodutiva pode se estender além do observado em condições naturais (Chang et al., 1999; Gaumet et al., 2007; Holt et al., 2007b; Peregrino et al., 2014). O fornecimento *ad libitum* de alimentos de alta qualidade nutricional e a manutenção dos índices de temperatura favoráveis são fatores considerados fundamentais neste processo (Peregrino et al., 2014). Portanto, para peixes mantidos em cativeiro sob tais condições, o período de desova não ficaria atrelado às altas temperaturas da água durante a primavera e o verão (Lotz,

et al., 1996), mas ao período de tempo que se inicia com o ciclo de engorda ou do nascimento (idade) dos animais (Cargnelli e Gross 1996; Lowerre-Barbieri et al., 1998, 2011).

O conhecimento sobre a biologia reprodutiva dos peixes criados em gaiolas também é importante para que se possam evitar impactos às populações selvagens, relacionados com a fuga de exemplares de cativeiro, na forma de ovos e larvas, (Jonsson e Jonsson, 2006). A magnitude desses impactos depende se há ou não exemplares selvagens da mesma espécie, ou parentes próximos no ambiente natural, e se os indivíduos "fugitivos" são reprodutivamente ativos nesse novo ambiente (Naylor et al., 2005). Nas criações em gaiolas no mar, alguns peixes podem desovar e liberar material genético no ambiente (Jørstad et al., 2008; Meager et al., 2009). Esses "fugitivos" podem impactar os ecossistemas através do aumento de interações negativas (como predação e competição) e da hibridação e perda da diversidade genética em populações nativas (Utter, 1998; Naylor et al., 2005; Araki et al., 2007). A produção do salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e do bacalhau (*Gadus morhua*) em gaiolas vêm experimentando uma série de problemas com a fuga de peixes para o ambiente natural (Jonsson e Jonsson, 2006; Jørstad et al., 2008), inclusive por que essas espécies são comprovadamente capazes de se reproduzir nessas condições (McGinnity et al., 2003; Jørstad et al., 2008). O escape desses peixes pode acarretar mudanças morfológicas, fisiológicas e ecológicas (Jonsson e Jonsson, 2006), diminuir a fecundidade, resistência da prole, alterar o condicionamento físico (Dannewitz et al., 2004; Weir et al., 2005), aumentar a competição por alimento, espaço e parceiros para reprodução (Jonsson e Jonsson, 2006) e diminuir a capacidade de migração dos indivíduos híbridos (Utter, 2004). A maioria dessas alterações pode levar até dez gerações para se dissipar, caso sejam efetivamente corrigidas (Hindar et al., 2006). Nos casos de grandes níveis de intrusão de peixes "fugitivos" em populações naturais, será praticamente impossível obter reprodutores totalmente selvagens (Hindar et al., 2006).

Várias estratégias de prevenção ou mitigação desses impactos vêm sendo consideradas, desde a instalação de fazendas de criação em áreas em terra, isoladas do ambiente marinho (Naylor et al., 2005), à criação de indivíduos triploides, que são inférteis e, portanto, não haveria interação sexual com peixes selvagens (Tiwary et al., 2004). Uma vantagem adicional dos indivíduos triploides é que eles geralmente crescem mais rápido (Felip et al., 2001; Tiwary et al., 2004). A criação de linhagens monossexo de fêmeas, por meio da ginogênese, ou de machos (androgênese) também pode ser aplicada para evitar a reprodução (Komen e Thorgaard, 2007). Embora a triploidia e a ginogênese/androgênese sejam tradicionalmente aplicadas em peixes de água doce, estudos recentes tem considerado peixes marinhos (Felip et al., 2001). Outra abordagem para a criação de populações monossexo seria por meio da reversão sexual com uso de hormônios (Pandian e Sheela, 1995) ou controle da temperatura. A formação de planteis de reprodutores com maturação mais tardia (Wild et al., 1994; Gjerde et al., 2004) e a finalização do ciclo de engorda antes que os peixes atinjam a maturação sexual, também são propostas como uma possível solução.

Como a produção de beijupirá em cativeiro é uma atividade relativamente nova (Holt et al., 2007b) e a espécie tem importância reduzida na produção pesqueira brasileira e mundial (Hamilton et al., 2013), a preocupação com as consequências do cruzamento de exemplares "fugitivos" com a população selvagem ainda não despertou a atenção dos gestores ambientais. Apesar disso, os resultados deste estudo indicam a possibilidade da reprodução do beijupirá sob condições de criação intensiva em gaiolas flutuantes. É evidente, portanto, a existência de riscos para os ecossistemas e que devem ser tomadas medidas preventivas, como por exemplo, o uso de peixes triploides, juvenis com monossexo ou uso de reprodutores de maturação tardia, a fim de evitar problemas similares aos enfrentados, por exemplo, nas criações de salmão e bacalhau. As medidas de gestão devem incluir o monitoramento e a

regulamentação da atividade a fim de garantir que o seu desenvolvimento seja economicamente eficiente e cause o mínimo impacto possível.

Conclusão

Os resultados indicam a possibilidade de reprodução de beijupirás criados intensivamente em mar aberto na costa do estado Pernambuco, Brasil. O desenvolvimento dessa atividade deve considerar estratégias para minimizar ou mitigar as consequências das fugas de ovos e/ou larvas para o ambiente natural, como uso de peixes triploides, com monossexo, plantéis de reprodutores com maturação tardia ou a finalização do ciclo de engorda antes de período de maturação sexual.

Bibliografia

- Araki, H., Cooper, B., Blouin, M. S. 2007. Genetic effects of captive breeding cause a rapid cumulative fitness decline in the wild. *Science*, 318: 100-103.
- Benetti, D. D., Orhun, M. R., Sardenberg, B., O'Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I., Rivera, J. A., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., Cavalin, F. 2008. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 39: 701-711.
- Brown-Peterson, N. J., Overstreet, R. M., Lotz, J. M., Franks, J. S., Burns, K. M. 2001. Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fishery Bulletin*, 99: 15–28.
- Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J., Lowerre-Barbieri, S. K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3: 52-70.
- Cargnelli, L. M., Gross, M. R. 1996. The temporal dimension in fish recruitment: birth date,

body size, and size-dependent survival in a sunfish (bluegill: *Lepomis macrochirus*).
 Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53: 360–367.

Carvalho Filho, J. 2006. O êxito da primeira desova do bijupirá. Panorama da Aquicultura,
 16(97): 40-45.

Cavalli, R. O., Domingues, E. C., Hamilton, S. 2011. Desenvolvimento da produção de peixes
 marinhos em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. Revista Brasileira de
 Zootecnia, 40: 151-164.

Chang, S. L., Hsieh, C. S., Chao, Z. L. 1999. Notes on artificial propagation and grow-out
 techniques of cobia (*Rachycentron canadum*). Fish World Magazine, 270: 14-26.

Dannewitz, J., Petersson, E., Dahl, J., Prestegard, T., Lof, A. C., Jarvi, T. 2004. Reproductive
 success of hatchery-produced and wild-born brown trout in an experimental stream.
 Journal of Applied Ecology, 41: 355-364.

Domingues, E. C., Peregrino JR., R. B., Santos, J. C. P., Severi, W., Hazin, F. H. V.,
 Hamilton, S. 2007. Biologia reprodutiva do beijupirá, *Rachycentron canadum*,
 capturado no litoral de Pernambucano. In: Congresso Latino-Americano de Ciências do
 Mar 12, Florianópolis, 15-19/abr./2007. *Anais...* Associação Brasileira de Oceanografia.
 CD-ROM.

Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M., Peferrer, F. 2001. Induction of triploidy and gynogenesis in
 teleost fish with emphasis on marine species. Genetica, 111: 175-195

Figueiredo, J. L., Menezes, N. A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III.
 Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90 p.

Franks, J. S., Brown-Peterson, N. J. 2002. A review: age, growth and reproduction of cobia,
Rachycentron canadum, from U.S. waters of the Gulf of Mexico and South Atlantic
 Ocean. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 53: 553-569.

299 Gaumet, F., Babet, M. C., Bettés, A., Le Toullec, G., Schires, G., Bosc, P. 2007. Advances in
300 cobia, *Rachycentron canadum*, research in La Réunion Island (France): problems and
301 perspectives. In: Liao, I.C., Leaño, E.M (Eds.). *Cobia Aquaculture: research,*
302 *development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society, 115-129.

303 Gjerde, B., Terjesen, B. F., Barr, Y., Lein, I., Thorland, I. 2004 Genetic variation for juvenile
304 growth and survival in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 236: 167-177.

305 Hamilton, S., Severi, W., Cavalli, R. O. 2013. Biologia e aquicultura do beijupirá: uma
306 revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, 39(4): 461-477.

307 Hindar, K., Fleming, I. A., McGinnity, P., Diserud, O. 2006. Genetic and ecological effects of
308 salmon farming on wild salmon: modeling from experimental results. *ICES Journal of*
309 *Marine Science*, 63: 1234-1247.

310 Holt, G. J., Kaiser, J., Faulk, C. 2007a. Advances in cobia research in Texas. In: Liao, I. C. E
311 Leaño, E. M. *Cobia Aquaculture: research, development and commercial production*.
312 Taiwan: Asian Fisheries Society, 45-56.

313 Holt, G. J., Faulk, C., Schwarz, M. 2007b. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron*
314 *canadum*, a warm water marine fish. *Aquaculture*, 268: 181-187.

315 Jonsson, B., Jonsson, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology
316 and interaction with wild fish. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1162-1181.

317 Jørstad, K. E., Van Der Meeren, T., Paulsen, O. I., Thomsen, T., Thorsen, A., Svåsand T.
318 2008. “Escapes” of eggs from farmed cod spawning in net pens: recruitment to wild
319 stocks. *Reviews in Fisheries Science*, 16(1–3): 285–295.

320 Kaiser, J. B., Holt, G. J. 2005. Species Profile Cobia. *Southern Regional Aquaculture Center*,
321 Publication 7202, 6 p. Disponível em: <[https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/](https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/180/)
322 [getFactSheet/whichfactsheet/180/](https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/180/)> Acesso em: 23 jan. 2013.

323 Komen, H., Thorgaard, G. H. 2007. Androgenesis, gynogenesis and the production of clones
324 in fishes: a review. *Aquaculture* 269: 150-173.

325 Liao, I. C., Leaño, E. M. 2007. Cobia aquaculture: research, development and commercial
326 production. Asian Fisheries Society, Taiwan. 178 p.

327 Lotz, J. M., Overstreet, R. M., Franks, J. S. 1996. Gonadal maturation in the cobia,
328 *Rachycentron canadum*, from the north central Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*,
329 9: 147–159.

330 Lowerre-Barbieri, S. K., Lowerre, J. M., Barbieri, L. R. 1998. Multiple spawning and the
331 dynamics of fish populations: inferences from an individual based simulation model.
332 *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 2244–2254.

333 Lowerre-Barbieri, S. K., Ganas, K., Saborido-Rey, F., Murua, H., Hunter, J. R. 2011.
334 Reproductive Timing in Marine Fishes: Variability, Temporal Scales, and Methods,
335 *Marine and Coastal Fisheries*, 3 (1): 71-91.

336 McGinnity, P., Prodohl, P., Ferguson, A., Hynes, R., O'Maoileidigh, N., Baker, N., Cotter,
337 D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., Cross, T. 2003. Fitness reduction and
338 potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of
339 interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society of London*,
340 Series B, 270: 2443-2450.

341 Meager, J. J., Skjæraasen, J. E., Ferno, A., Karlsen, Ø., Løkkeborg, S., Michalsen, K., Utskot,
342 S.O. 2009. Vertical dynamics and reproductive behaviour of farmed and wild Atlantic
343 cod *Gadus morhua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 389: 233–243.

344 Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I. A., Goldburg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F.,
345 Eagle, J., Kelso, D., Mangel, M. 2005. Fugitive Salmon: assessing the risks of escaped
346 fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55 (5): 427-437.

347 Nhu, V. C., Nguyen, Q. H., Le, T. L., Tran, M. T., Sorgeloos, P., Dierckens, K., Reinertsen,
 348 H., Kjorsvik, E., Svennevig, N. 2011. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in
 349 Vietnam: recent developments and prospects. *Aquaculture*, 315: 20-25.

350 Pandian, T. J., Sheela, S. G. 1995. Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture*,
 351 138: 1-22.

352 Peregrino Jr, R. B., Hamilton, S., Domingues, E. C., Manzella Jr, J. C., Hazin, F. H. V.,
 353 Cavalli, R. O. 2014. Desempenho reprodutivo do beijupirá (*Rachycentron canadum*)
 354 capturado no litoral de Pernambuco. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
 355 *Zootecnia*, no prelo.

356 Souza Filho, J. J., Tosta, G. A. M. 2008. Bijupirá: As primeiras desovas da geração F1.
 357 *Panorama da Aquicultura*, 18 (110): 50-53.

358 Tiwary, B. K., Kirubakaran, R., Ray, A. K. 2004. The biology of triploid fish. *Reviews in*
 359 *Fish Biology and Fisheries*, 14: 391-402.

360 Utter, F. 1998. Genetic problems of hatchery-reared progeny released into the wild, and how
 361 to deal with them. *B. Mar. Sci.*, 62: 623–640.

362 Utter, F. 2004. Population genetics, conservation and evolution in salmonids and other widely
 363 cultured fishes: some perspectives over six decades. *Reviews in Fish Biology and*
 364 *Fisheries*, 14: 125-144.

365 Velde, T. D., Griffiths, S. P., Fry, G. C. 2010. Reproductive biology of the commercially and
 366 recreationally important cobia *Rachycentron canadum* in northeastern Australia. *Fishery*
 367 *Science*, 76: 33-43.

368 Weir, L. K., Hutchings, J. A., Fleming, I. A., Einum, S. 2005. Spawning behaviour and
 369 success of mature male Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr of farmed and wild origin.
 370 *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 1153-1160.

371 Wild, V., Simianer, H., Gjoen, H.M., Gjerde, B., 1994. Genetic parameters and genotype x
372 environment interaction for early sexual maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*).
373 Aquaculture, 128: 51–65.
374

375 Tabela 1. Número de machos e fêmeas e variação de comprimento total (CT) e peso
 376 eviscerado (PE) de beijupirá, *Rachycentron canadum*, criados em gaiolas
 377 flutuantes em mar aberto em Pernambuco.

Data da amostragem	n			χ^2	CT (cm)		PE (g)	
	♂	♀	Total		♂	♀	♂	♀
25/02/2011	14	16	30	0,71	28,2-34,5	26,2-32,0	148,0-336,0	108,0-220,0
07/04/2011	18	10	28	0,13	30,5-36,8	31,2-37,5	206,6-375,9	215,8-404,5
20/06/2011	14	16	30	0,71	34,8-45,5	36,2-52,0	279,7-915,0	338,5-1.352,0
03/08/2011	6	7	13	0,78	38,5-43,3	37,8-45,7	189,9-673,0	359,1-799,0
16/09/2011	14	17	31	0,59	44,1-61,0	44,0-56,0	667,3-2074,0	761,0-1.597,4
Total	66	66	132	1,00				

378

379

380

381

382

383

384

385

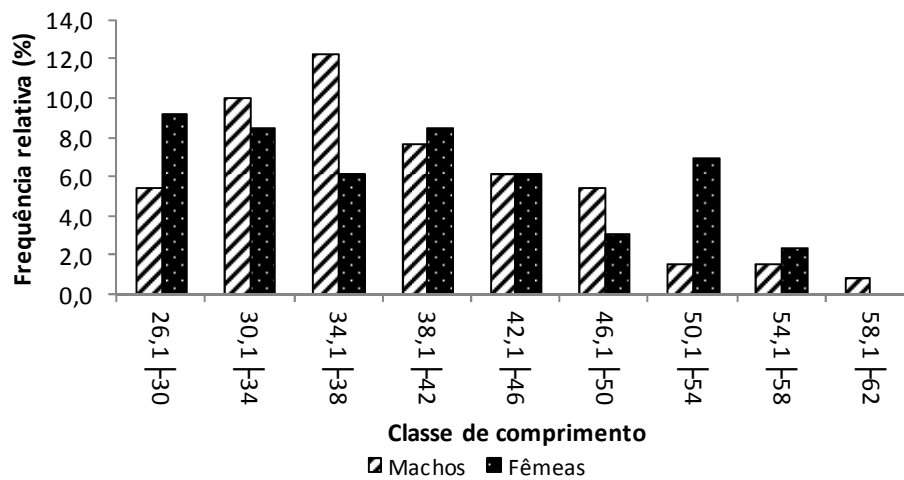


Figura 1. Distribuição de frequência relativa de comprimento total (cm) dos indivíduos de beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em mar aberto no litoral do estado de Pernambuco.

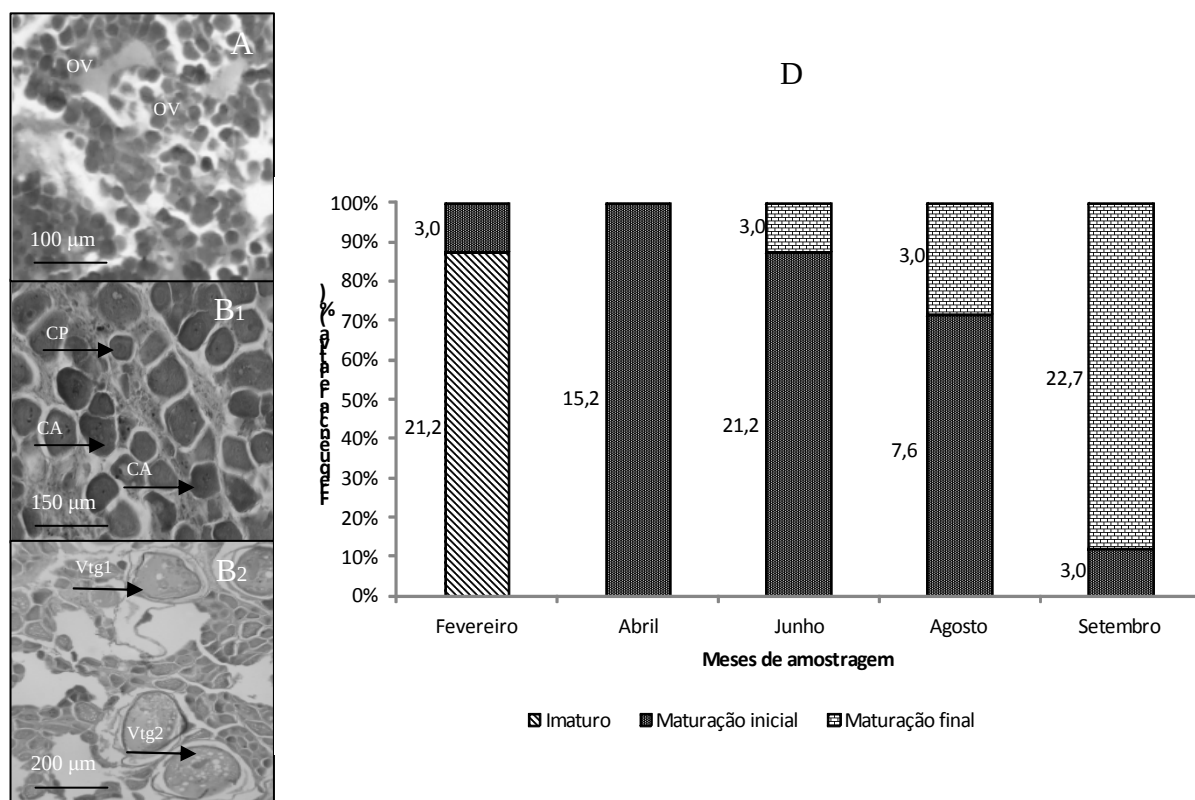


Figura 2. Indicadores histológicos utilizados para avaliação de estágios maturacionais de fêmeas de beijupirá (*Rachycentron canadum*): Imaturo (A), (4x - zoom 3x); Em maturação inicial (B1), (4x - zoom 3x); Em maturação final (B2), (4x - zoom 3x). OV – Ovogônias; CP – Ovócito em crescimento primário; CA – Cortical alveoli; Vtg1 – Ovócitos em vitelogênese inicial; Vtg2 – Ovócitos em vitelogênese avançada; (D) distribuição de frequência dos estágios gonadais em relação às amostras.

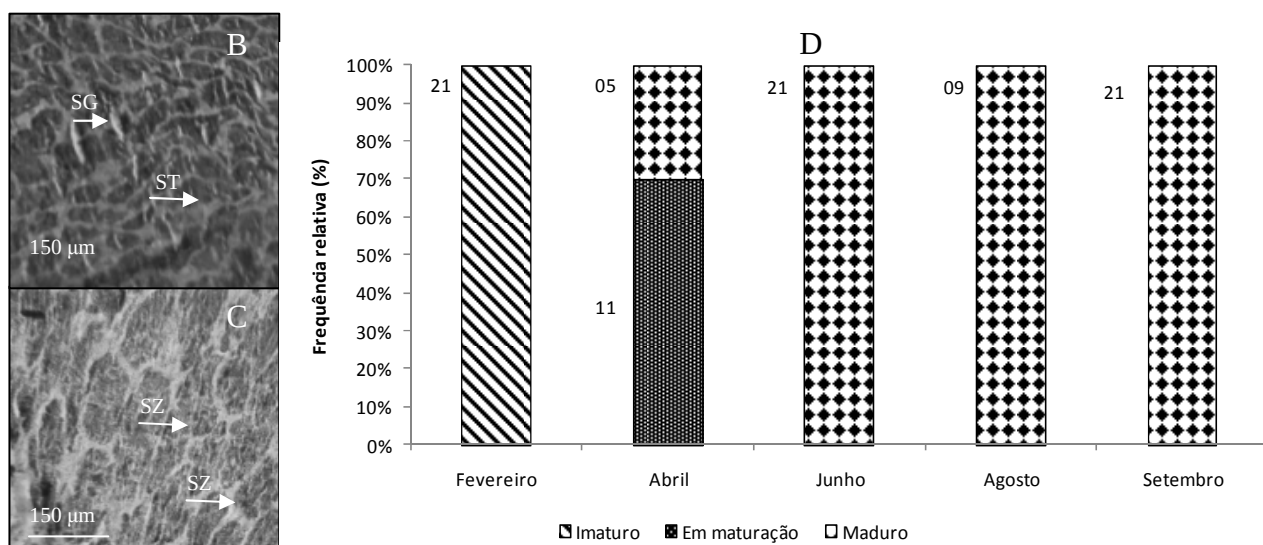


Figura 3. Indicadores histológicos utilizados para avaliação de estágios maturacionais de machos de beijupirá (*Rachycentron canadum*): Em maturação (B), (4x - zoom 3x) e Maduro (C), (4x - zoom 3x). SG - Espermatogônias; ST – Espermatócitos; SZ – Espermatozóides; (D) distribuição de frequência dos estágios gonadais em relação às diferentes amostras.

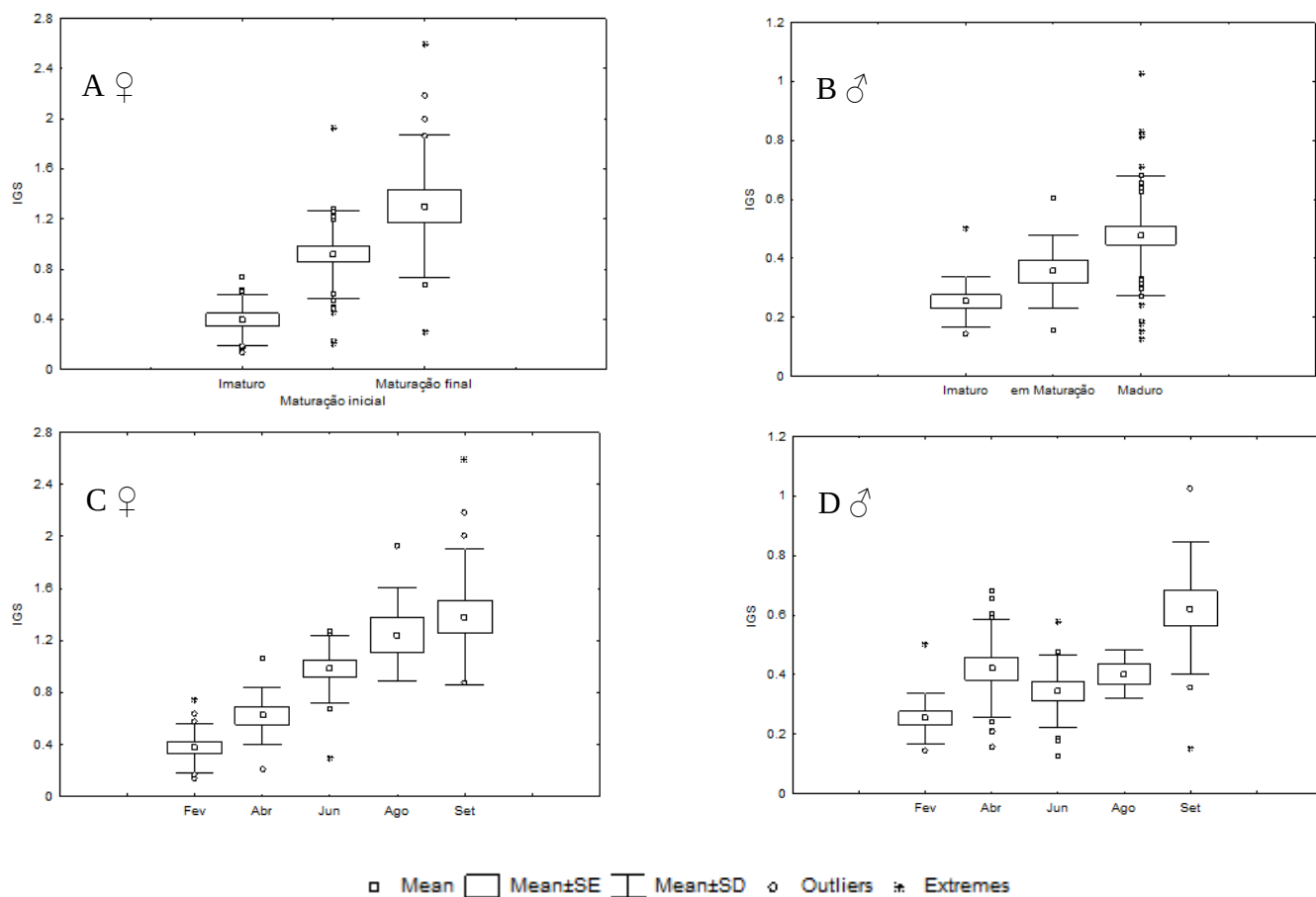


Figura 4. Médias do (IGS) por estágio de maturação de fêmeas (A) e machos (B); e médias mensais de fêmeas (C) e machos (D) de beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em mar aberto em Pernambuco.

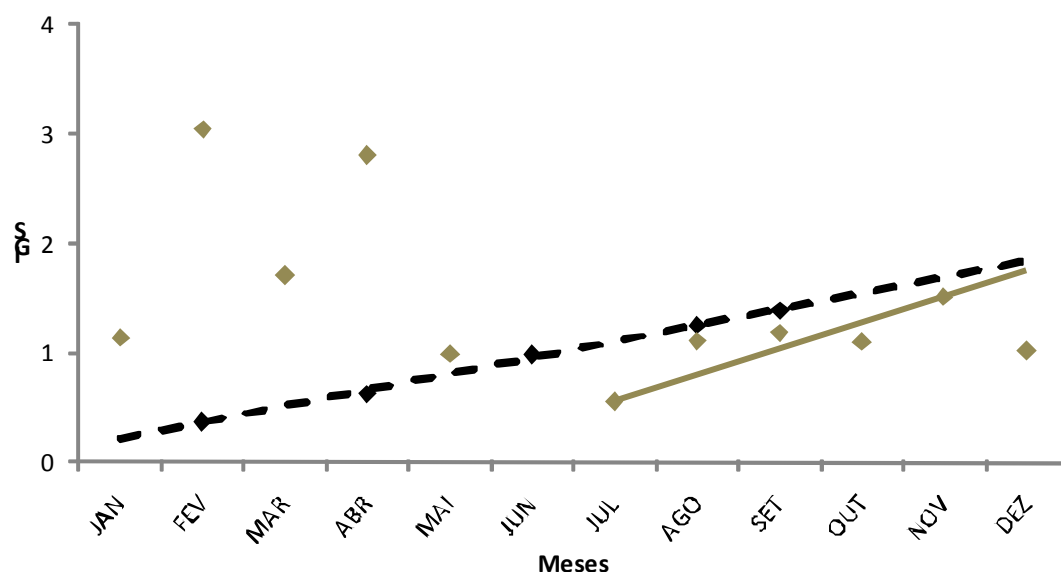


Figura 5 – Comparativo das médias do índice gonadossomático (IGS) de fêmeas de beijupirá selvagens (Domingues et al., 2007; linha contínua) e criadas em mar aberto (presente estudo; linha tracejada) no litoral de Pernambuco.

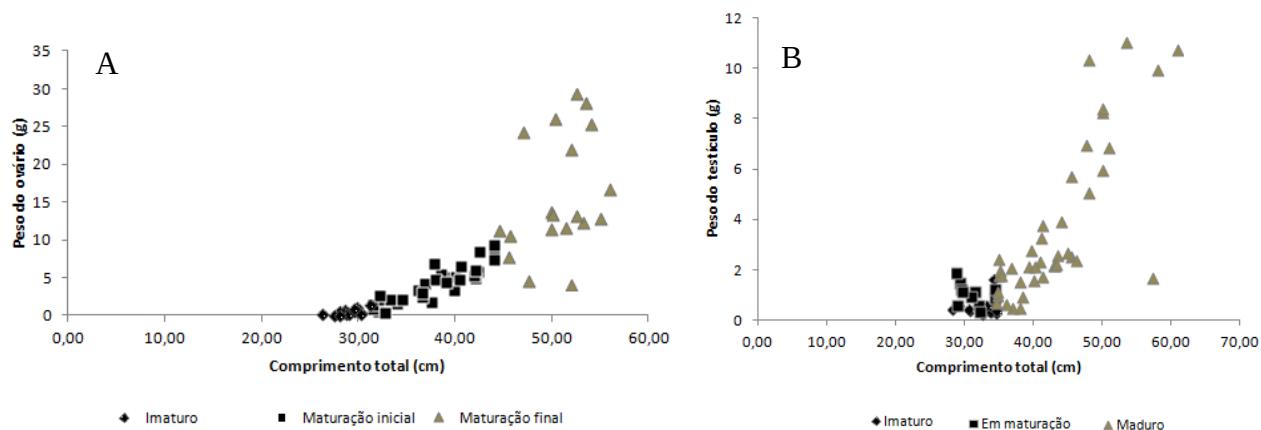


Figura 6. Relação entre o comprimento total e o peso dos ovários (A) e comprimento total e o peso dos testículos (B) de beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em mar aberto no litoral do estado de Pernambuco.