

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL NOS  
TRÓPICOS**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE LARVAS DE  
BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

**FABÍOLA RIOS VASCONCELOS**

**SALVADOR - BAHIA  
FEVEREIRO/2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL NOS  
TRÓPICOS**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE LARVAS DE  
BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

**FABÍOLA RIOS VASCONCELOS**  
**Bióloga**

**SALVADOR - BA  
FEVEREIRO/2013**

**FABÍOLA RIOS VASCONCELOS**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE LARVAS  
DE BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal nos Trópicos.

Área de Concentração: Saúde Animal

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati.

**SALVADOR - BA  
FEVEREIRO/2013**

**FABÍOLA RIOS VASCONCELOS**

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE LARVAS DE  
BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVO**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 26 de fevereiro de 2013.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati  
Presidente

---

Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga

---

Prof. Dr. Eduardo Luiz Trindade Moreira

**SALVADOR - BA  
FEVEREIRO/2013**

“O destino não é uma questão de sorte; é uma questão de escolha. Não é algo pelo que se espera, mas algo que se alcança”.

Robin Willians

Pela presença, apoio e ensinamentos de vida, dedico este trabalho aos meus pais Alfredo Rodrigues Vasconcelos Filho e Dacira Lina Rios Vasconcelos.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Alfredo e Cira, pelo apoio incondicional.

Ao meu noivo, Walter Abreu, pelo carinho, paciência, apoio e amor de sempre.

Aos amigos, pelas palavras de força e incentivo, além da compreensão pela ausência em muitos momentos.

Ao Professor Orientador Dr. Ricardo Albinati, pela oportunidade, disponibilidade, orientações e confiança.

À todos do Laboratório de Sanidade de Organismos Aquáticos (LASOA), especialmente Silene e Lívia, que estiveram comigo bem de perto do desenvolvimento dessa pesquisa, à Tom, pelo incentivo e insistência para que eu começassem essa jornada e à Jaci pelo conforto e pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis.

À Bahia Pesca, por ter me proporcionado o espaço e os peixes para que eu pudesse realizar a pesquisa, especialmente aos funcionários da Fazenda Oruabo, Eduardo Filho, Fuli, Jerônimo, José Luís, Nanico, Shor e Tico.

Aos Laboratórios de Leite e de Anatomia Patológica (LABAP) da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da UFBA, pelo auxílio com a pesagem das larvas e no preparo de lâminas para análise histológica.

À Prof. Dra. Thereza Bittencourt, pela realização das análises estatísticas.

À Universidade Federal da Bahia, por meio da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e seus professores pela oportunidade de realização desse curso.

Por fim, à todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para a conclusão dessa dissertação.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1 - Curva de crescimento de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*) criadas em sistema intensivo interno.

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b> – Estocagem de larvas no sistema intensivo interno.....	32
<b>Tabela 2</b> – Variáveis físico-químicas de cultivo.....	34

### Capítulo 2 - Desempenho ponderal e morfometria de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*) em três sistemas de cultivo.

<b>Tabela 1</b> – Valores das densidades utilizadas nos diferentes tratamentos.....	50
<b>Tabela 2</b> - Variáveis físico-químicas nos diferentes sistemas de cultivo.....	51
<b>Tabela 3</b> – Valores mínimo e máximo das variáveis físico-químicas da água nos diferentes tratamentos.....	55
<b>Tabela 4</b> - Valores médios de Comprimento Total Final (CTFin), Peso Final (PFin), Ganho de Comprimento Total (GCT), Ganho de Comprimento Diário (GCD), Ganho de Peso (GP), Taxa de Crescimento Específico (TCE) de larvas de bijupirá com 15 DAE nos diferentes tratamentos.....	57
<b>Tabela 5</b> – Valores médios das variáveis morfométricas Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento de Cabeça (CC), Comprimento de Focinho (CF), Altura do Corpo (AC) e Diâmetro Ocular (DO) de larvas de bijupirá com 15 DAE nos diferentes tratamentos.....	58
<b>Tabela 6</b> – Valores médios das relações morfométricas Comprimento Padrão/ Comprimento Total (CP/CT), Comprimento de Cabeça/Comprimento Padrão (CC/CP), Comprimento de Focinho/Comprimento de Cabeça (CF/CC), Diâmetro Ocular/Comprimento de Cabeça (DO/CC) e Altura do Corpo/Comprimento Padrão (AC/CP) de larvas de bijupirá com 15 DAE nos diferentes tratamentos.....	59

## LISTA DE FIGURAS

### Introdução

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Área de ocorrência natural de <i>Rachycentrum canadum</i> no mundo.....	15
<b>Figura 2.</b> Vista lateral de um exemplar de bijupirá ( <i>Rachycentrum canadum</i> )..	16
<b>Capítulo 1 - Curva de crescimento de larvas de bijupirá (<i>Rachycentrum canadum</i>) criadas em sistema intensivo interno.</b>	
<b>Figura 1.</b> Laboratório de Piscicultura Marinha da Bahia Pesca.....	30
<b>Figura 2.</b> Processo de incubação e eclosão dos ovos.....	31
<b>Figura 3.</b> Sistema intensivo interno de larvicultura .....	32
<b>Figura 4.</b> Croqui do sistema de filtros do sistema interno de cultivo; A – filtros de areia; B – filtros bag; C – filtros ultravioleta.....	33
<b>Figura 5.</b> Larva de bijupirá com 1 DAE .....	36
<b>Figura 6.</b> Larva de bijupirá com 5 DAE .....	36
<b>Figura 7.</b> Larva de bijupirá com 10 DAE .....	36
<b>Figura 8.</b> Larva de bijupirá com 15 DAE .....	36
<b>Figura 9.</b> Curva de crescimento em Comprimento Total (CT) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.....	37
<b>Figura 10.</b> Curva de crescimento em Comprimento Padrão (CP) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.....	37
<b>Figura 11.</b> Curva de crescimento em Comprimento da Cabeça (CC) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.....	38
<b>Figura 12.</b> Curva de crescimento em Altura do Corpo (AC) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.....	38
<b>Capítulo 2 - Desempenho ponderal e morfometria de larvas de bijupirá (<i>Rachycentrum canadum</i>) em três sistemas de cultivo.</b>	
<b>Figura 1.</b> Laboratório de Piscicultura Marinha da Bahia Pesca.....	46
<b>Figura 2.</b> Processo de incubação e eclosão dos ovos.....	47
<b>Figura 3.</b> Sistema semi-intensivo (mesocosmo).....	47

<b>Figura 4.</b> Sistema intensivo interno de larvicultura.....	48
<b>Figura 5.</b> Croqui do sistema de filtros do sistema interno de cultivo.....	49
<b>Figura 6.</b> Sistema intensivo externo.....	50
<b>Figura 7.</b> Marcos anatômicos utilizados para a morfometria.....	54
<b>Figura 8.</b> Larvas de bijupirá com 15 DAE cultivadas nos diferentes tratamentos.....	61

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C. – antes de Cristo

ANOVA – Análise de Variância Simples

BFT – Biofloc System Technology

DAE – dia após eclosão

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

ha – hectare

Kg – quilograma

Km – quilômetro

m<sup>3</sup> / h – metro cúbico por hora

mg/L – miligrama por litro

mL – mililitro

mm – milímetro

pH – potencial hidrogeniônico

PVC – policloreto de vinil

SETAC – Society of Environmental Toxicology and Chemistry

SRA – Sistema de recirculação de água

UV – ultravioleta

μ - micra

## SUMÁRIO

### DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E MORFOMETRIA DE LARVAS DE BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

	<b>Página</b>
1. Introdução .....	11
2. Revisão de literatura .....	13
2.1 Aquicultura .....	13
2.2 Identificação e considerações sobre o <i>Rachycentron canadum</i> ....	15
2.3 Sistema de cultivo .....	17
2.3.1 Desenvolvimento inicial das larvas .....	20
2.3.2 Morfometria de larvas de peixes .....	23
3. Objetivos .....	25

#### Capítulo 1

Curva de crescimento de larvas de bijupirá (*Rachycentron canadum*) criadas em sistema intensivo interno.

Resumo .....	27
Abstract .....	28
Introdução .....	29
Material e Métodos .....	30
Resultados e Discussão .....	35
Conclusões .....	39
Referências .....	40

#### Capítulo 2

Desempenho ponderal e morfometria de larvas de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em três sistemas de cultivo.

Resumo .....	43
--------------	----

Abstract .....	44
Introdução .....	45
Material e Métodos .....	46
Resultados e Discussão .....	56
Conclusões .....	63
Referências .....	64
4. Considerações finais e implicações .....	69
5. Referências .....	70



## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura, que é o cultivo racional de organismos aquáticos, vem se impondo como atividade pecuária, apesar de ainda ser considerada por muitos como um apêndice do setor pesqueiro. Embora essa atividade cresça mundialmente, incrementando a oferta de pescado de cultivo, no Brasil apenas a criação de camarões marinhos e de peixes continentais, aqueles oriundos das águas doces, vêm crescendo de forma significativa, sendo ainda inconsistente no país a criação de peixes marinhos. Segundo Roubach *et al.* (2003), até o ano de 2003 a piscicultura marinha era insignificante e estava praticamente limitada às iniciativas das instituições de pesquisa. Em 2009, Cavalli afirmou que a piscicultura marinha sequer constava nas estatísticas de produção de pescado do Brasil, exceção feita a alguns poucos produtores de peixes ornamentais.

Apesar da intensificação das pesquisas nesta área na última década e de possuir excelentes condições naturais, abundância de recursos hídricos e presença de espécies de peixes com extraordinário potencial para a aquicultura, a piscicultura marinha nunca existiu na prática como atividade comercial no Brasil (OSTRENSKY e BOERGER, 2008). As poucas tentativas de produção de peixes marinhos no país são pontuais e improvisadas e na maioria dos casos se resumindo a engorda de juvenis capturados no ambiente natural e criados de forma extensiva, com volume de produção ainda inexpressivo (CAVALLI e HAMILTON, 2007).

Mesmo assim, o país apresenta potencial para o desenvolvimento dessa atividade econômica e, dentre os peixes naturalmente encontrados no litoral brasileiro com potencial para cultivo, o bijupirá (*Rachycentrum canadum*) é a espécie que teoricamente reuniria as melhores condições para ser cultivada comercialmente (BENETTI e O'HANLON, 2010), embora ainda sejam poucos os estudos sobre esta espécie no Brasil.

Além disso, por se tratar de uma atividade nova, existe carência de insumos, serviços e profissionais capacitados em piscicultura marinha (CAVALLI e HAMILTON, 2009). Entretanto, o Brasil pode se beneficiar de tecnologia desenvolvida

no exterior, visto que, já existe produção comercial da espécie em países asiáticos e no continente americano (SANCHES *et al.*, 2008; BENETTI *et al.*, 2008a).

Acredita-se que, superados os obstáculos iniciais, naturais a toda e qualquer nova atividade produtiva, a criação do bijupirá deverá servir de base não somente para o desenvolvimento sustentável da piscicultura marinha no Brasil, mas também para o estabelecimento de uma nova atividade geradora de emprego e renda (CAVALLI e HAMILTON, 2009).

Um dos pontos de estrangulamento na produção de bijupirá é a larvicultura, etapa onde ocorre grande mortalidade e o desenvolvimento de protocolos mais eficientes torna-se indispensável para aperfeiçoar a qualidade da produção de alevinos da espécie, com vistas à consolidação da piscicultura marinha.

Sendo assim, o objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e as características morfométricas de larvas de bijupirá cultivadas em diferentes sistemas de manejo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aquicultura

Os primeiros relatos do cultivo de peixes marinhos são originários da Ásia, Egito e Europa central. Alguns documentos antigos indicam que as primeiras iniciativas de cultivo de peixes no mundo foram realizadas no Egito com a captura de tilápias com vara e linha, e estocagem em viveiros por volta de 2.000 a.C. (PESSOA, 2011). Entretanto somente a partir de 1960 a piscicultura marinha passou a ganhar destaque por meio dos avanços obtidos no Japão (SANCHES *et al.*, 2008). No Brasil, a piscicultura marinha provavelmente teve início em Pernambuco no governo de Maurício de Nassau no século XVII (CAVALLI e HAMILTON, 2007).

Nos últimos anos, desde o final dos anos 1990 e início dos anos 2000, a aquicultura vem sendo apontada como um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial. Isto se deve, principalmente, à diminuição dos estoques pesqueiros causada pela sobre-exploração dos recursos e pela deterioração de áreas essenciais para o desenvolvimento das espécies (PEREGRINO, 2009). Essa situação se confirma através das estatísticas da FAO (2012), onde nas últimas três décadas (1980-2010), a piscicultura tem se expandido por quase 12 vezes, a uma taxa média anual de 8,8%, e na América do Sul tem mostrado crescimento forte e contínuo, em particular no Brasil e Peru. Isso culminou num recorde histórico em 2010 na produção aquícola global, com 60 milhões de toneladas (excluindo plantas aquáticas e produtos não alimentares). Por outro lado, houve também nesse período incremento na demanda de alimentos devido ao aumento da população mundial (PEREGRINO, 2009).

Várias são as espécies marinhas cultivadas ao redor do mundo. A maioria delas é representada por pescados de alto valor, sendo que 60% são cultivadas em sistemas de tanques-rede (ROJAS e WADSWORTH, 2007). Benetti *et al.*, (2010b) citam, entre

outras, o *Rachycentron canadum* (bijupirá) como sendo uma das espécies mais importantes e mais promissoras para a aquicultura mundial.

O bijupirá apresenta elevada taxa de crescimento, baixa mortalidade e elevada eficiência alimentar, além da grande demanda de mercado, fatores que têm levado a um rápido desenvolvimento da tecnologia de cultivo na última década em Taiwan e em outros países (BENETTI, 2010). No entanto, grande parte da produção da espécie ainda está concentrada na China e Taiwan (SAMPAIO *et al.*, 2010), tendo a produção mundial do cultivo da espécie no ano de 2009 alcançado 24.860 toneladas (FAO, 2010).

O *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766), é comumente chamado de bijupirá em português; cobia, black kingfish ou ling, em inglês e mafou, em francês, sendo o único representante da família Rachycentridae (PEREGRINO, 2009). É uma das espécies marinhas prioritárias para o cultivo no Golfo do México (USA e México), sudeste dos Estados Unidos e em águas subtropicais e tropicais ao longo da costa Atlântica da América do Sul, incluindo o Brasil (BENETTI *et al.*, 2007).

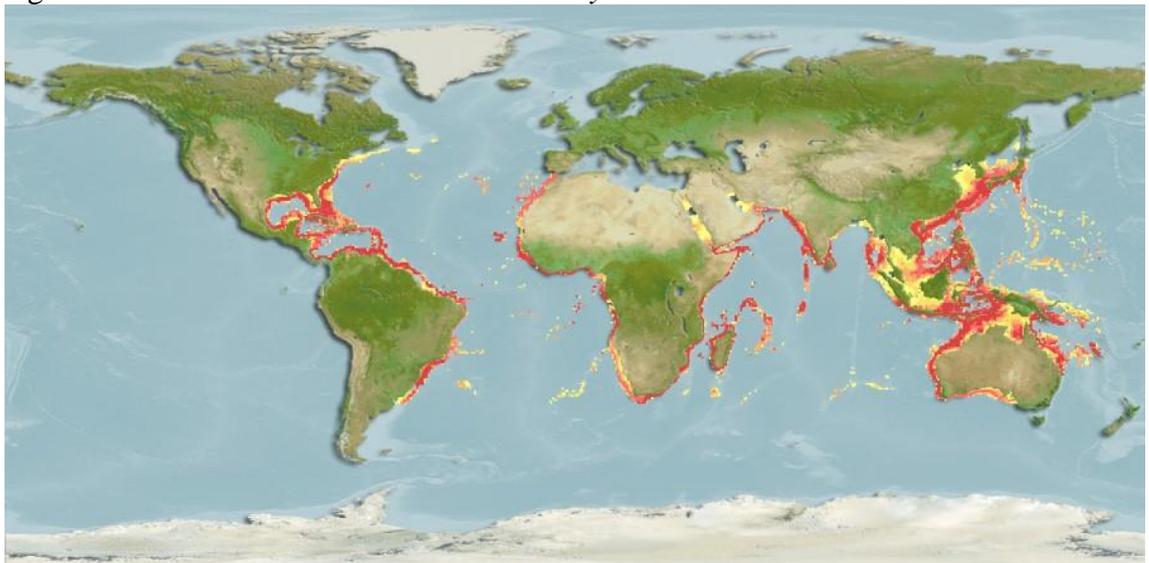
O *Rachycentron canadum* é uma espécie que reúne excelentes condições para ser produzida no Brasil, especialmente na região nordeste, pois esta região apresenta condição de temperatura da água favorável ao cultivo marinho (LIMA, 2010), variando entre 25,3 e 29,5°C durante o ano (MEDEIROS *et al.*, 2009). Esses dados indicam que o cultivo do bijupirá pode ser uma alternativa de investimento para outros países em desenvolvimento, principalmente para o Brasil, que detém condições ambientais favoráveis e área disponível para o cultivo tanto em mar aberto como em áreas abrigadas (PESSOA, 2011). Apesar do enorme interesse em sua produção, inclusive com iniciativas nos estados de São Paulo, Bahia, Pernambuco e Espírito Santo, ainda são poucos os estudos científicos sobre esta espécie (CAVALLI e HAMILTON, 2007).

## 2.2 IDENTIFICAÇÃO E CONSIDERAÇÕES SOBRE O *Rachycentron canadum*

De acordo com a classificação de Linnaeus (1766), o bijupirá pertence ao **Filo** Cordata, **Classe** Actinopterygii, **Subclasse** Neopterygii, **Infraclasse** Teleostei, **Superordem** Acanthopterygii, **Ordem** Perciformes, **Subordem** Percoidei, **Família** Rachycentridae, **Gênero** *Rachycentron*, **Espécie** *R.canadum*, com nome binomial de *Rachycentron canadum*.

O bijupirá é uma espécie pelágica e migratória, de hábito natatório ativo devido à ausência da vesícula gasosa, e que possui ampla distribuição geográfica. A espécie distribui-se em águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos, entre as latitudes de 32°N e 28°S, com exceção da porção central e oriental do Pacífico (SHAFFER e NAKAMURA, 1989) (Figura 1).

Figura 1 - Área de ocorrência natural de *Rachycentron canadum* no mundo.



Fonte: Fishbase (2011)

A aparência do bijupirá é similar a uma rêmora (Echeneidae), mas análises da morfologia larval indicam que há uma relação filogenética mais próxima com o dourado (Coryphaenidae) (DITTY e SHAW, 1992). Apresenta de sete a nove espinhos e 31 raios na nadadeira dorsal, e dois espinhos e 24 raios na nadadeira anal. É amarronzado dorsalmente, possui a superfície ventral branca e apresenta listras que variam de claro a escuro nas laterais do corpo, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Vista lateral de um exemplar de bijupirá (*Rachycentron canadum*).



Fonte: Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Oruabo – Bahia Pesca

A espécie é carnívora oportunista e se alimenta de várias espécies de peixes, caranguejos, camarões e lulas (FAO, 2009). Este peixe geralmente é encontrado sozinho ou em pequenos cardumes, e é comum serem encontrados em associação a várias estruturas flutuantes no mar (boias, naufrágios, recifes artificiais, etc.) ou mesmo na coluna d'água (KAISER e HOLT, 2005). Por não ser um peixe abundante no meio natural, o bijupirá não é um pescado muito presente no comércio (PEREIRA, 2011).

Essa espécie apresenta um rápido crescimento podendo alcançar 6 a 8 Kg em um ano de cativeiro, altas taxas de sobrevivência em gaiolas, adaptabilidade ao confinamento e aceita facilmente as dietas comerciais disponíveis (FRASER e DAVIES, 2009). O bijupirá pode alcançar comprimento final médio de 200 cm e peso de 68 kg (FROESE e PAULY, 2009), com expectativa de vida de 15 anos (FIGUEIREDO e MENEZES 2000).

A primeira maturação ocorre próximo dos 52 cm e dois anos para machos e 69,6 cm e três anos para fêmeas (SCHWARZ, *et al.*, 2007). Em regiões subtropicais a reprodução ocorre nos meses de verão, enquanto em latitudes mais baixas o período de desova pode ser mais estendido (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). Em cativeiro é mais precoce, sendo possível obter desovas com menos de dois anos de vida (HOLT *et al.*, 2007). A fertilização artificial não é o método mais comum para a produção de

ovos. Entretanto, a indução hormonal da ovulação também tem sido utilizada para obtenção de desovas naturais em tanques e viveiros (SAMPAIO *et al.*, 2010).

### 2.3 SISTEMAS DE CULTIVO

Os sistemas de cultivo de peixes não funcionam da mesma maneira, muitos estão baseados em ideias tradicionais enquanto outros mesclam conceitos novos e alta tecnologia. No Brasil, a classificação por produtividade é a mais empregada. Nessa se encontram os sistemas extensivos ou de baixa produtividade por metro quadrado e os semi-intensivos e intensivos com altas densidades de estocagem. Os métodos de cultivos extensivos tradicionais estão sendo substituídos por sistemas intensivos e semi-intensivos devido ao aumento da demanda pelo mercado consumidor, à expansão da indústria, além do desenvolvimento e emprego de novas tecnologias (CREPALDI *et al.*, 2006). Um sistema de cultivo adequado é fundamental para o sucesso na criação de peixes e possibilita melhor desempenho zootécnico, com incremento da sobrevivência, no ganho de peso (THOMAS *et al.*, 2011).

Na piscicultura marinha podem ser utilizados diversos tipos de sistemas aquaculturais. Popma e Lovshin (1994) classificaram esses sistemas quanto à intensidade das práticas de cultivo:

**Nível 1: Extensivo** – a unidade de cultivo neste nível é um viveiro drenável, onde o controle do suprimento de água pode ser incompleto, com baixa densidade de estocagem, e a nutrição dos peixes deriva exclusivamente dos organismos-alimento naturais da água. Este nível de intensidade da produção é economicamente viável somente quando a terra é barata e os custos de produção são baixos, ou justificados pelo uso múltiplo dos viveiros.

**Nível 2: Semi-intensivo** – a unidade de cultivo é um viveiro que pode ser drenado e abastecido à vontade, sofre adubações e fertilizações intensas e recebe alimentos suplementares na forma de subprodutos agroindustriais. Em locais onde existe grande

quantidade de resíduos disponíveis, os custos de produção deste sistema podem ser bastante baixos.

**Nível 3:** *Intensivo com aeração de emergência* – a unidade de cultivo é um viveiro com fluxo controlado de água. Os peixes recebem alimentos de alta qualidade na forma de ração granulada. Não se pratica troca d'água ou aeração como rotina, mas esta prática está disponível em casos de emergência durante quedas bruscas no nível de oxigênio da água.

**Nível 4:** *Intensivo com aeração contínua (rotina)* – a unidade de cultivo é um viveiro com fluxo de água controlado com rigor. Os peixes recebem alimentos completos na forma de ração granulada. Não se pratica troca d'água, mas a aeração dos tanques é rotineiramente praticada e/ou constante.

**Nível 5:** *Intensivo com aeração contínua e troca parcial de água* – a unidade de cultivo é um pequeno viveiro circular ou retangular de área menor que 1 ha, ou ainda um tanque circular de concreto com área entre 100 e 400 m<sup>2</sup>, com fluxo controlado de água. Os tanques são providos com aeração para manter um nível adequado de oxigênio dissolvido na água e um padrão de circulação da água que possibilite remover os sólidos em suspensão. A fim de se remover resíduos nitrogenados são feitas duas ou três trocas diárias d'água.

**Nível 6:** *Fluxo contínuo (raceways)* – a unidade de cultivo é um pequeno tanque circular ou retangular, geralmente em concreto, de área igual a 100 - 400 m<sup>2</sup>, geralmente com escoamento central no caso de tanques circulares. Nestes tanques não se pratica aeração, mas sim de uma a três trocas d'água completa por hora. Para que este regime de criação seja economicamente viável é necessário um suprimento d'água por gravidade ou que demande pouco uso de energia.

**Nível 7:** *Tanques-redes ou Gaiolas* – são estruturas de tela de arame ou rede, seladas em todos os lados, que retém os peixes mas permitem completa troca de água e remoção de resíduos. São usualmente colocadas em lagos, reservatórios, represas, oceanos e em rios não correntosos. São bastante produtivas por causa da troca d'água mais eficiente.

*Nível 8: Sistemas de reuso da água* - geralmente são sistemas localizados em recintos fechados, e é feito um controle total do ambiente, mantendo-se os níveis de amônia, nitrito e oxigênio dissolvido dentro de patamares satisfatórios, usando-se tanques de 100 a 200m<sup>2</sup>. Este regime de cultivo é indicado apenas em casos em que se tenta criar uma espécie não adaptada às condições de um determinado local, principalmente ao regime de temperatura, ou em casos de um suprimento muito limitado de água, e procura-se economizar no gasto de energia para aquecimento ou conservação da água. Há, entretanto, a necessidade de se repor 5 a 10% do volume dos tanques por dia.

Na larvicultura de peixes também são utilizados diferentes sistemas, tais como: a) sistema intensivo (em laboratório), com controle de qualidade de água e alimentação; b) mesocosmos, ecossistemas artificiais que apresentam condições ambientais semelhantes ao do ambiente natural, onde a alimentação não é fornecida e sim produzida no próprio reservatório; e c) sistema de fluxo contínuo, com maior controle da população de larvas e ocupação de menor área.

Segundo Nhu *et al* (2011) os avanços tecnológicos para os sistemas de cultivo do bijupirá em cativeiro vêm acontecendo em vários países, através do desenvolvimento de pesquisas nas mais variadas áreas do setor produtivo, já que essa espécie é considerada como de interesse para a aquicultura mundial. Estados Unidos, Porto Rico, Bahamas, Martinica, México e Panamá estão iniciando a implantação de fazendas comerciais de cultivo de bijupirá (BENETTI, 2008b).

Assim, graças à existência de tecnologia desenvolvida para o seu cultivo no exterior, com vasta infraestrutura já instalada em países da América Latina, a criação do bijupirá no Brasil, que se inicia, conta com a vantagem de poder eliminar várias etapas básicas de pesquisa. Entretanto, é importante adequar à tecnologia disponível para a realidade brasileira (SAMPAIO *et al.*, 2010).

### 2.3.1 DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS LARVAS

Um dos entraves à produção do bijupirá é a fase de larvicultura (SHAFFER e NAKAMURA, 1989) e, de acordo com Peregrino (2009), o estabelecimento de condições necessárias para produção de formas jovens de espécies marinhas em cativeiro terá papel decisivo no desenvolvimento da aquicultura em nosso país.

A produção de formas jovens de alta qualidade é um dos fatores chave para o crescimento sustentável da indústria da aquicultura e, ainda que se produzam grandes quantidades de larvas, as taxas de sobrevivência são muitas vezes baixas, existem problemas de qualidade (deformações no esqueleto, anomalias de pigmentação) e o potencial de crescimento nem sempre é aproveitado ao máximo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2009).

Os sistemas de larvicultura de peixes marinhos são complexos, no sentido em que simulam condições ideais de ambiente e alimentação de maneira a estimular o crescimento das larvas produzidas (FERRAZ *et al.*, 2011).

Na criação do bijupirá, a fase de larvicultura é considerada a mais crítica do cultivo, pois a larva recém-eclodida, ainda muito pequena, é dependente das reservas de vitelo e necessitará ingerir o alimento exógeno vivo para satisfazer demandas crescentes de energia (BENETTI *et al.*, 2008b). Nessa fase, a alimentação é composta, preferencialmente, por copépodos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989).

Apesar de progressos consideráveis nos últimos anos, essa fase de desenvolvimento do bijupirá ainda é um fator limitante no cultivo da espécie para a expansão de sua produção industrial (SCHWARZ, 2004), já que as maiores taxas de mortalidade ocorrem principalmente no período posterior ao esgotamento das reservas nutritivas do saco vitelino das larvas (GLAMUZINA *et al.*, 1998). Limitações morfológicas, como o tamanho da boca que restringe o número e o tamanho das presas disponíveis, e fisiológicas, como o desenvolvimento incompleto das glândulas

digestivas ou as atividades enzimáticas incipientes, podem causar altas taxas de mortalidade nesta fase (MACIEL, 2006).

Nessa fase inicial da criação uma alternativa a ser considerada para o bijupirá é a utilização de técnicas de cultivo de larvas usando mesocosmos. O princípio de utilização do mesocosmos não é novo na aquicultura, e está passando por uma releitura no mundo inteiro, (ZOUITEN *et al.*, 2008). Segundo ODUM (1984), mesocosmos são considerados como um nível intermediário entre os estudos de campo e laboratório, sob condições controladas. Já a SETAC sugere o termo mesocosmos para represamentos artificiais maiores que 15 m<sup>3</sup> (CAQUET, 1989). Outros autores propõem volumes entre 1 e 10m<sup>3</sup> (LALLI, 1990), 0,1 e 1000 m<sup>3</sup> (GRANEY *et al.*, 1995) e de 1 a 300 m<sup>3</sup> (LA POINT *et al.*, 1989). Entretanto, o limite do volume de água não faz referência aos parâmetros ecológicos relevantes, como estabilidade e autossustentabilidade, com a possibilidade de integrar os principais processos ecológicos e tolerar as simplificações substanciais das estruturas da comunidade (MENDES, 2011). Assim, o termo mesocosmo poderia melhor caracterizar os ecossistemas artificiais sob condições ambientais naturais com suficiente complexidade e estabilidade para ser autossustentável, em que o sistema apresenta multitrófico e tamanho suficiente para ser possível mensurar alterações e influências sobre a estrutura e dinâmica (LALLI, 1990).

O sistema de mesocosmo é uma tecnologia que combina fontes exógenas e endógenas de nutrição para as fases larvais de peixes, já que é o período crítico de alimentação (PAPANDROULAKIS *et al.*, 2004) e os reservatórios possuem produção própria de alimento vivo. Ao se estimular um “bloom” de microalgas, através da fertilização da água com adubos agrícolas, é possível estabelecer as bases para que ocorra uma sucessão ecológica no interior dos próprios tanques de cultivo (LEE e OSTROWSKI, 2001), com aumento da produção primária.

Os mesocosmos foram utilizados com sucesso para o cultivo de diversas espécies como *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Pagrus pagrus*, *Seriola dumerilli*, entre outros (PAPANDROULAKIS *et al.*, 2004). Segundo Souza-Filho e Tosta (2008), a

realização de larviculturas em tanques de maior volume tem produzido melhores resultados do que cultivos em sistemas mais intensivos que utilizam tanques menores.

Por outro lado, a necessidade de maior controle da população de larvas, com ocupação de área menor e de maior padronização dos animais, tem levado ao desenvolvimento de estudos de tecnologias de cultivo mais intensivo, com o uso de dietas completas, controle de renovação de água e aeração e densidades de estocagem mais elevadas, como é o caso dos raceways, sistemas de reuso de água e uso de bioflocos, abordados a seguir.

O sistema de fluxo contínuo ou “raceway” baseia-se no abastecimento contínuo de água nos tanques de cultivo. São rasos e permitem grande densidade de estocagem (CREPALDI, 2006). O alto fluxo de água que passa pelo sistema, visa à remoção de metabólitos e restos de alimentos, bem como a oxigenação da água (COLT, 1991), sem, contudo, exigir dos peixes esforço exagerado para a natação, o que é extremamente desfavorável para seu pleno desenvolvimento, uma vez que a energia que seria usada para seu crescimento estará direcionada para o exercício (CREPALDI, 2006). Raceways podem ser sistemas abertos, ou seja, a água que entra não é reutilizada, ou podem ser fechados, em que a água pode ser reutilizada após tratamento e bombeamento (AVAULT, 1996).

O uso de sistemas de recirculação de água (SRA) durante a larvicultura e primeiros estágios de juvenil propicia aos produtores um controle ambiental maior, permitindo a produção de alevinos durante todo ano e expandindo a produção (FAULK *et al.* 2007). Segundo D’Orbcastel *et al.* (2009), um SRA na aquicultura é uma combinação de processos como remoção de sólidos (filtração mecânica, decantação), controle de gases (oxigênio, gás carbônico) e processos biológicos (nitrificação da amônia por biofiltro, desinfecção por UV).

O aumento da produtividade, juntamente com o tratamento contínuo e reuso da água, faz com que o SRA seja um sistema eficiente tanto para o produtor quanto para o meio ambiente (D’ORBCASTEL *et al.* 2009), já que tem baixo impacto ambiental, uma vez que estes sistemas utilizam áreas reduzidas, e demandam o pós- tratamento da água servida (COLT, 1991).

Outro sistema utilizado é o cultivo em meio aos Bioflocos (BFT), que são realizados praticamente sem renovação de água e com aproveitamento dos microorganismos como alimento natural, o que reduz o uso de ração. O sistema BFT além de melhorar os índices de produtividade, se comparado com os sistemas tradicionais de cultivo, apresenta maior biossegurança, pois diminui trocas de água, e com isso evita doenças. É muito interessante perceber que este tipo de sistema de cultivo utiliza pouca água, o que representa uma diminuição na emissão de efluentes (SAMPAIO *et al.*, 2010).

Visando a viabilidade comercial da espécie, trabalhos de pesquisa com larvicultura de bijupirá têm sido realizados em diversos países nos últimos anos (HOLT *et al.*, 2007), com resultados diversos e, na maioria das vezes, com dificuldades de comparação, por se tratar de experimentos realizados em condições diferentes.

### 2.3.2 MORFOMETRIA DE LARVAS DE PEIXES

A compreensão dos processos envolvidos no crescimento animal, como mudanças no tamanho, forma e composição corporal é fundamental a todos os aspectos da produção animal (SANTOS *et al.*, 2007).

O mais importante parâmetro a ser observado, sob o ponto de vista econômico, é o crescimento (HUANG e LIAO, 1990), que tem como um dos componentes o formato e dimensões do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (REIST, 1985). Considera-se que os indivíduos de uma espécie biológica crescem isometricamente, quando as proporções entre suas medidas morfométricas permanecem constantes. Essas proporções são definidas para cada duas medidas (SANTOS, 1994) e a relação linear entre duas medidas é um indicativo da proporcionalidade entre elas durante o crescimento do peixe.

A morfometria em uma de suas definições mais clássicas designa qualquer análise quantitativa da variação morfológica dos organismos e atualmente costuma ser definida como o estudo da forma e do tamanho, e de como estas variáveis se relacionam entre si. Esse conjunto de técnicas tem evoluído ao longo dos séculos desde o

estabelecimento de proporções entre as diversas partes do corpo, ainda hoje utilizadas nas descrições taxonômicas, até as sofisticadas técnicas estatísticas que utilizam modelos matemáticos complexos para explicar diferenças na forma ou tamanho (MORAES, 2003).

A morfometria é, portanto, a análise da forma corporal em relação ao tamanho por meio de métodos numéricos (CAVALCANTI e LOPES, 1990) e estuda a variação e covariação de medidas de distância, sejam estas entre pares de pontos anatomicamente homólogos, ou entre pontos de tangência ou extremos de estruturas, possibilitando a avaliação de como e quanto estas medidas variam, e de como e quanto estão relacionadas entre si (MORAES, 2003). Esta atividade de medir estruturas anatômicas pode ser efetuada utilizando-se desde técnicas mais simples, por exemplo, o paquímetro, a fita métrica, até aquelas mais sofisticadas, como a morfometria computadorizada (TEIXEIRA *et al.*, 2001).

A maioria dos estudos morfométricos de larvas de peixes é baseada na morfometria tradicional, descrita por Lima (1967) que, segundo Fonteles Filho (1989), visa criar estimativas sobre o tipo de crescimento do indivíduo, isométrico ou alométrico, ao longo da vida.

### 3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral: avaliar o desempenho zootécnico e as características morfométricas de larvas de bijupirá cultivadas em diferentes sistemas de manejo.

3.2 Objetivos Específicos:

- estabelecer uma curva de crescimento de larvas de bijupirá até 15 dias após eclosão, cultivadas em sistema intensivo.
  
- determinar o sistema de cultivo com melhor desempenho para o desenvolvimento de larvas de bijupirá.

## CAPÍTULO 1

---

Curva de crescimento de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*)  
criadas em sistema intensivo.

Curva de crescimento de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*) criadas em sistema intensivo.

## RESUMO

A aquicultura vem, nos últimos anos, se impondo como atividade pecuária, embora ainda seja considerada por muitos como um apêndice do setor pesqueiro. Um dos pontos de estrangulamento na produção de bijupirá é a larvicultura, e o desenvolvimento de protocolos mais eficientes torna-se indispensável para aperfeiçoar a qualidade da produção de alevinos da espécie, com vistas à consolidação da piscicultura marinha. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma curva de crescimento de larvas de bijupirá até 15 dias após eclosão, cultivadas em sistema intensivo. As larvas de bijupirá foram obtidas de desova natural de reprodutores mantidos no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A., localizado no distrito de Acupe, Município de Santo Amaro da Purificação – Bahia – Brasil. As larvas foram introduzidas em três diferentes momentos (repetições) em um tanque de fibra de vidro de 4.000 L, situado dentro de um galpão coberto. No decorrer de 15 dias de cultivo, especificamente nos dias 1, 5 10 e 15 DAE (dias após eclosão), amostras com 30 larvas de bijupirá foram coletadas aleatoriamente para que fosse realizada a biometria avaliando-se peso, comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC) e altura do corpo (AC). Os resultados da análise de regressão indicaram que houve crescimento linear das larvas de bijupirá nos primeiros 15 dias após a eclosão. As larvas crescem mais rapidamente em comprimento longitudinal total e padrão, crescendo mais lentamente quando se avalia comprimento de cabeça e altura corporal.

**Palavras-chave:** bijupirá, crescimento, larvicultura, sistema intensivo

Growth curve of larvae cobia (*Rachycentrum canadum*) reared in intensive system.

#### ABSTRACT

Aquaculture has, in recent years, imposing itself as livestock, although it is still considered by many as an appendix to the fishing industry. One of the bottlenecks in the production of cobia and the hatchery, and the development of more efficient protocols is indispensable for improving the quality of production of fingerlings of the species, with a view to consolidating the marine fish farming. Therefore, the objective of this study was to establish a growth curve Bijupirá larvae until 15 days after hatching, reared in intensive care. Cobia larvae were obtained from natural spawning of players kept in the Laboratory of Marine Fish Culture Experimental Farm Oruabo, Bahia Pesca SA, located in the district of Acupe, Municipality of Santo Amaro City - Bahia - Brazil. The larvae were introduced at three different times (replicates) in a tank fiberglass 4,000 L, situated inside a covered shed. During 15 days of cultivation, specifically on days 1, 5, 10 and 15 DAE (days after hatching), with 30 samples of larvae were collected randomly Bijupirá to be held biometrics evaluating weight, total length (TL), standard length (SL), head length (WC) and body height (AC). The results of regression analysis indicated that there was linear growth of the larvae Bijupirá the first 15 days after hatching. The larvae grow faster in full longitudinal length and pattern, growing more slowly when assessing length of head and body height.

**Keywords:** cobia, growth, hatchery, intensive system

## INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos, desde o final dos anos 1990 e início dos anos 2000, a aquicultura vem sendo apontada como um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial. A redução dos estoques naturais se deve, principalmente, à sobre-exploração dos recursos pesqueiros e pela deterioração de áreas essenciais para o desenvolvimento das espécies (PEREGRINO, 2009). Essa situação se confirma através das estatísticas da FAO (2012), onde nas últimas três décadas (1980-2010), a piscicultura tem se expandido por quase 12 vezes, a uma taxa média anual de 8,8%, e na América do Sul tem mostrado um crescimento forte e contínuo, em particular no Brasil e Peru. Isso culminou num recorde histórico em 2010 na produção aquícola global, com 60 milhões de toneladas (excluindo plantas aquáticas e produtos não alimentares). Por outro lado, houve também nesse período incremento na demanda de alimentos devido ao aumento da população mundial (PEREGRINO, 2009).

Cerca de 60% das espécies marinhas de interesse comercial são produzidas em sistemas de tanques-rede (ROJAS e WADSWORTH, 2007). Benetti (2010) cita, entre outras, o *Rachycentron canadum* (Bijupirá) como sendo uma das espécies mais importantes e mais promissoras para a aquicultura mundial.

Um dos entraves à produção do bijupirá é a fase de larvicultura, quando a alimentação é composta, preferencialmente, por copépodos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). De acordo com Peregrino, (2009), o estabelecimento de condições necessárias para produção de formas jovens de espécies marinhas em cativeiro terá papel decisivo no desenvolvimento da aquicultura no Brasil. A produção de formas jovens de alta qualidade é um dos fatores chave para o crescimento sustentável da indústria da aquicultura. Ainda que se produzam grandes quantidades de larvas, as taxas de sobrevivência são muitas vezes baixas, existem problemas de qualidade (deformações no esqueleto, anomalias de pigmentação) e o potencial de crescimento nem sempre é aproveitado ao máximo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2009).

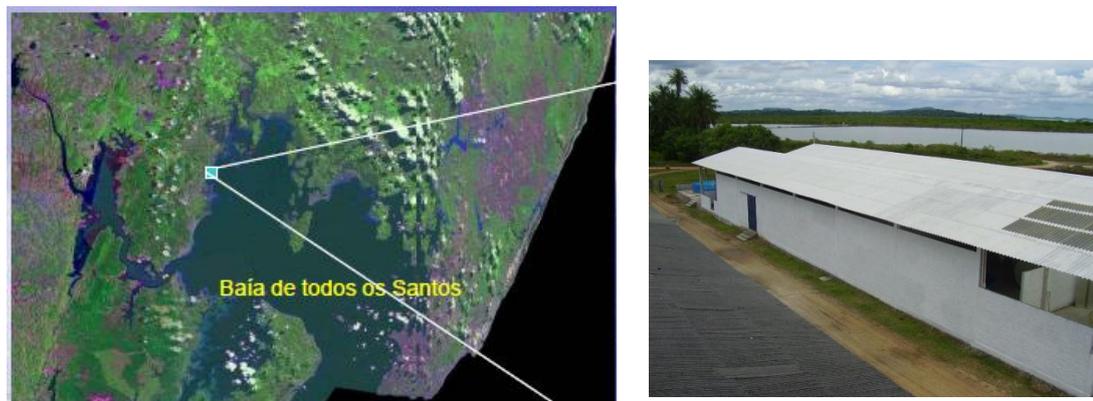
Sendo assim, o objetivo do trabalho foi estabelecer uma curva de crescimento de larvas de bijupirá cultivadas em sistema intensivo, até 15 dias após a eclosão.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Instalações, coleta e distribuição das larvas:

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A., Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, localizado no distrito de Acupe, Município de Santo Amaro da Purificação – Bahia – Brasil. Latitude 12° 40'28 77" S, longitude 038° 44'08,55" N, distante de Salvador – BA, 71 km, pela rodovia BR-324 e BA-026, na Região Metropolitana de Salvador (Figura 1).

Figura 1 – Laboratório de Piscicultura Marinha da Bahia Pesca

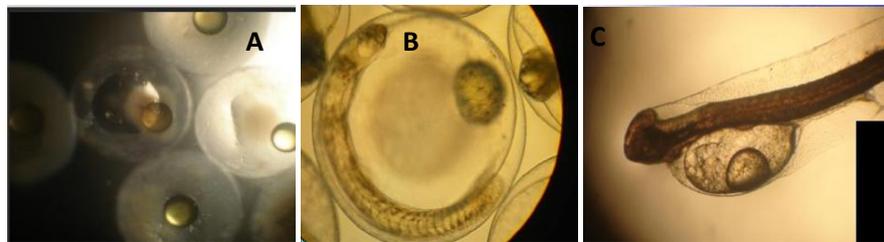


Fonte: Jerônimo Filho

As larvas de bijupirá foram obtidas de desova natural de reprodutores mantidos em cativeiro no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo. Os preparativos para a coleta dos ovos foram realizados com o posicionamento de um coletor de ovos no sistema de drenagem do tanque de reprodução e coleta dos ovos residuais com tela (gaze suíça) fixada em uma moldura. Os ovos foram lavados com solução antisséptica e colocados em uma proveta para descanso e aglomeração. Neste procedimento, os ovos fertilizados se aglomeraram na superfície, enquanto os inviáveis migraram para o fundo do recipiente, onde foram separados e descartados.

Os ovos viáveis seguiram para as incubadoras com volume de 100 L, com de água do mar filtrada e oxigenação mecânica através de pedra porosa instalada no fundo da incubadora, servindo também para promover uma movimentação da água e dos ovos. Os ovos foram mantidos à temperatura de 27 °C, pH de 7,8 e salinidade de 32g/L, permanecendo nessas condições por 24 horas, até a eclosão. A figura 2, A, B e C respectivamente, são apresentadas fotos de diferentes etapas do desenvolvimento embrionário e larval do bijupirá, onde em A observa-se ovo com a larva e gotícula de óleo aparente, em B a larva em uma imagem mais aproximada e C a larva com 1DAE e o saco vitelino.

Figura 2 – Processo de incubação e eclosão dos ovos



Fonte: Gitonilson Tosta

Cada lote de larvas, oriundos de uma mesma desova, foi introduzido em um tanque de fibra de vidro com capacidade de 4.000 L (Figura 3), instalado em um galpão coberto. O galpão está dividido em uma sala de alimento vivo isolada dos tanques dos reprodutores, tanques de alevinagem, incubadoras e da área de quarentena. Possui 54 metros de comprimento por 20 metros de largura, totalizando 1.080 m<sup>2</sup>, com ventilação e pedilúvio na entrada do galpão, para desinfecção. Esse sistema utiliza água do mar filtrada por três filtros mecânicos de areia, com capacidade de filtragem de 10 micra. Em seguida passa por duas baterias de filtros bag, com carcaça de PVC, e capacidade de filtragem de 5 micra e 3 micra, respectivamente. Por último, a água é submetida a filtros ultravioleta (capacidade de 40 m<sup>3</sup>/h) para ser distribuída dentro do laboratório (figura 4). Há também uma oxigenação mecânica contínua, através de pedras porosas instaladas nos tanques. As larvas foram introduzidas no tanque seguindo as densidades apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Estocagem de larvas no sistema intensivo interno.

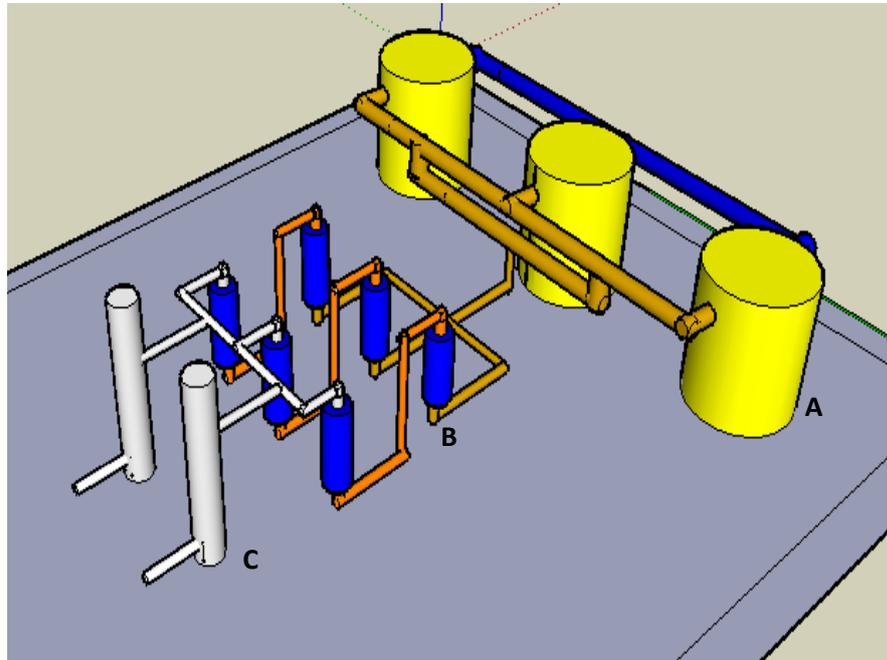
Nº inicial de larvas	Volume do tanque (m <sup>3</sup> )	Densidade (larvas/L)
33.000	4	8,25
21.000	4	5,25
23.000	4	5,75

Figura 3 - Sistema intensivo interno de larvicultura



Fonte: Eduardo Filho

Figura 4 – Croqui do sistema de filtros do sistema de cultivo interno: A – filtros de areia, B – filtros bag e C – filtros ultravioleta.



Fonte: Gitonilson Tosta

As larvas do sistema de cultivo interno foram submetidas ao manejo de rotina do criatório, sendo alimentadas com alimentos vivos, inicialmente rotíferos e depois com náuplios de artêmias provenientes de cistos (INVE, Technologies, Bélgica). A partir do 12º dia, as larvas eram alimentadas, além de artêmias, com alimento inerte. Foi utilizada a ração comercial Otohime A (Reed Mariculture, Estados Unidos – grânulos 250 µm), em uma frequência de 2 vezes ao dia, sendo ofertada por dia aproximadamente, 3 gramas.

Os rotíferos *Brachionus plicatilis* foram obtidos de cultivos em tanques cilíndricos cônicos de fibra de vidro de 2.000 L de cor escura com fundo claro, com densidade de aproximadamente 150 rotíferos/mL em sistema semi-contínuo e alimentados com aproximadamente 250.000 células/mL de *N. oculata* e 100.000 células/mL de *Isochrysis galbana* no mesmo laboratório onde foram realizados os estudos.

No 10º DAE iniciava-se o enriquecimento dos náuplios de *Artemia sp.*, que era feito após 8h da eclosão do cisto, período necessário para a abertura do trato digestório. As artêmias eram colocadas em emulsões enriquecedoras e diluídas em água do mar a

35g/L. A proporção definida dos produtos  $\omega 3$  Yeast 60R e Red Papper®, ambos da indústria Bernaqua®, foi de 1:1. Os enriquecedores foram misturados em água salgada e distribuídos aos tanques de cultivo das artêmias, para depois serem introduzidos nos tanques das larvas, a fim de aumentar a disponibilidade de ácido graxo.

Análise das variáveis físico-químicas da água:

Foram feitas diariamente as análises de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água nas unidades de cultivo e ao final do mesmo foi realizada análise de amônia total da água. Esse monitoramento foi realizado através de uma sonda multiparâmetro da marca HANNA, modelo HI 9828, sendo obtidos os seguintes valores limites (mínimo e máximo) para cada variável analisada no sistema de cultivo.

Tabela 2 – Variáveis físico-químicas do cultivo

Variáveis	Amplitude (mín – max)
Salinidade (g/l)	33 – 35
Oxigênio (mg/l)	6 – 7
Ph	7,7 – 7,8
Temperatura (°c)	25 – 27
Amônia tóxica (mg/l)	0,0 - 0,2
Cor da água	água clara

Amostragem das larvas e biometria para avaliação de desempenho zootécnico.

No decorrer dos 15 dias de cultivo, especificamente nos dias 1, 5, 10 e 15 DAE, amostras com 30 larvas de bijupirá foram coletadas aleatoriamente e eutanasiadas com água do mar com gelo e em seguida fixadas com formaldeído (4% em solução tampão fosfato pH 7,4) e transferidos para álcool a 70 %.

Em seguida, foi realizada a biometria de todas as larvas amostradas, avaliando-se peso e comprimento total, pesados e medidos individualmente utilizando-se uma balança analítica Marte, modelo AY220, com precisão de 0,001g e um paquímetro digital da marca Western® PRO, de precisão para as medidas de comprimento, em milímetros. Para indivíduos com 1 DAE, por serem muito pequenos e muito leves,

foram pesados em grupos 10 indivíduos e depois calculados os pesos médios individuais de cada lote. Quando se estuda o crescimento, objetiva-se determinar o tamanho do peixe (em peso ou comprimento), em função da idade, informação essa essencial. Sendo assim, foram determinados os valores das variáveis comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), comprimento da cabeça (CC) e altura do corpo (AC) das larvas de bijupirá destinadas ao acompanhamento do desenvolvimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade e amônia tóxica) mantiveram-se, no decorrer do experimento, dentro dos limites ótimos para o cultivo de *Rachycentrum canadum*, segundo Benetti *et al.* (2008b), não havendo intercorrências que possam ter prejudicado o crescimento das larvas.

O crescimento é um processo multiplicativo no qual há um aumento do número de células e do volume celular e, embora seja facilmente observado e mensurado, é uma das mais complexas atividades do organismo (NEEDHAM, 1964). Durante o cultivo, foram observadas algumas modificações morfológicas no desenvolvimento inicial das larvas. Ao eclodir, com 1 dia de vida (figura 5), as larvas de bijupirá possuíam comprimento total médio de  $2,8 \pm 0,6$ mm. Pode-se observar a predominância de gotícula de óleo no saco vitelino, corpo pouco pigmentado, olho com pigmento e boca não funcional. No 5º DAE (figura 6), a média do comprimento total foi de  $3,2 \pm 0,4$ mm, o saco vitelino já estava totalmente consumido, o corpo pigmentado e a boca possuía uma pequena abertura. No 10º DAE (figura 7), o comprimento total médio foi de  $4,9 \pm 1,3$ mm, os raios das nadadeiras caudal e peitoral já haviam iniciado sua formação, e a pigmentação do corpo se tornava cada vez mais intensa. Aos 15 DAE (figura 8), a média de comprimento total foi de  $7,4 \pm 4,4$ mm, e já haviam iniciado a formação dos raios da nadadeira anal. Essas informações são similares às descritas por Ditty e Shaw (1992) sobre o desenvolvimento inicial das larvas de bijupirá.

Figura 5 – Larva de bijupirá com 1 DAE.



Figura 6 – Larva de bijupirá com 5 DAE.



Figura 7 – Larva de bijupirá com 10 DAE.



Figura 8 – Larva de bijupirá com 15 DAE.



Os resultados da análise de regressão indicaram a ocorrência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no tempo para os valores obtidos a partir das amostras das larvas em relação ao comprimento total, comprimento padrão, comprimento de cabeça e de

altura do corpo, conforme se apresentam nas figuras 9, 10, 11 e 12, respectivamente. Sendo visível, portanto a observação da diferenciação dos tamanhos nos animais ao longo da sua metamorfose no período de até 15 dias após a eclosão.

Figura 9 - Curva de crescimento em Comprimento Total (CT) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.

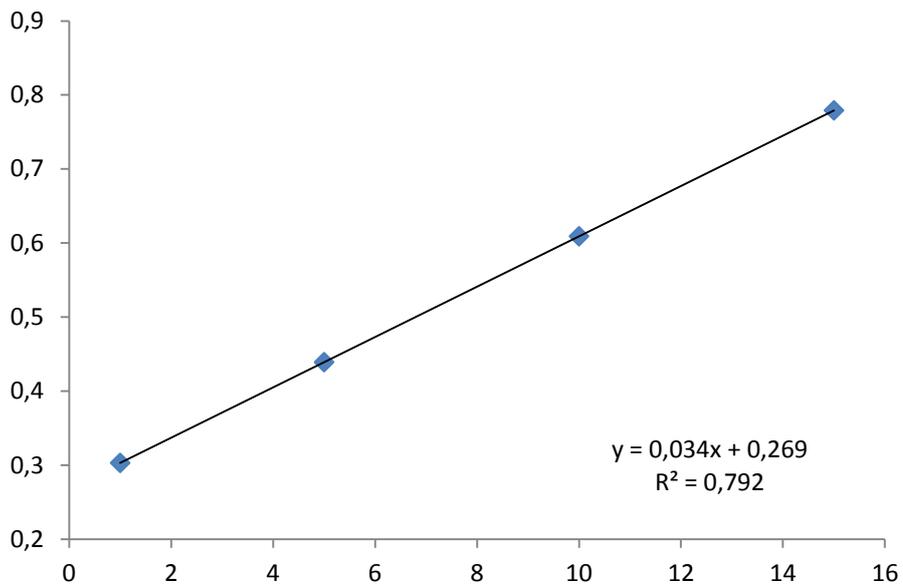


Figura 10 - Curva de crescimento em Comprimento Padrão (CP) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.

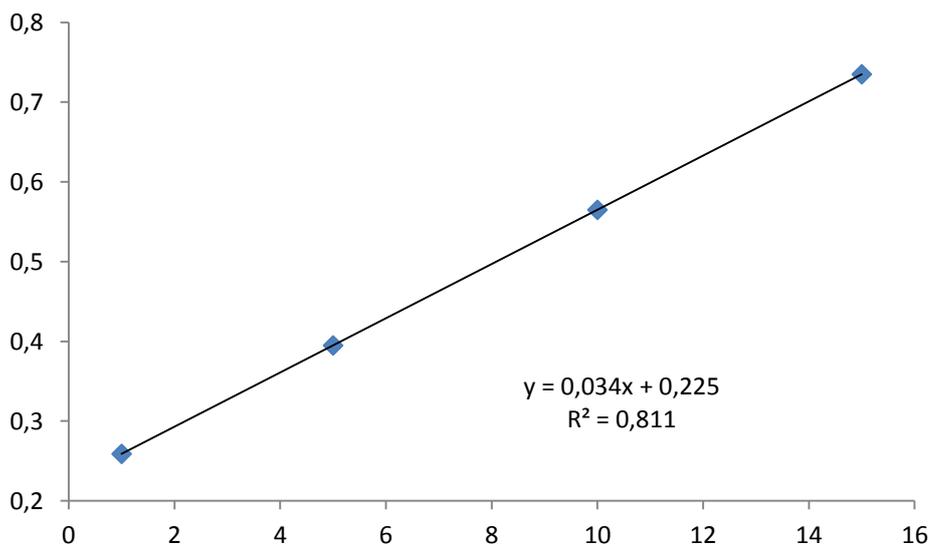


Figura 11 - Curva de crescimento em Comprimento da Cabeça (CC) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.

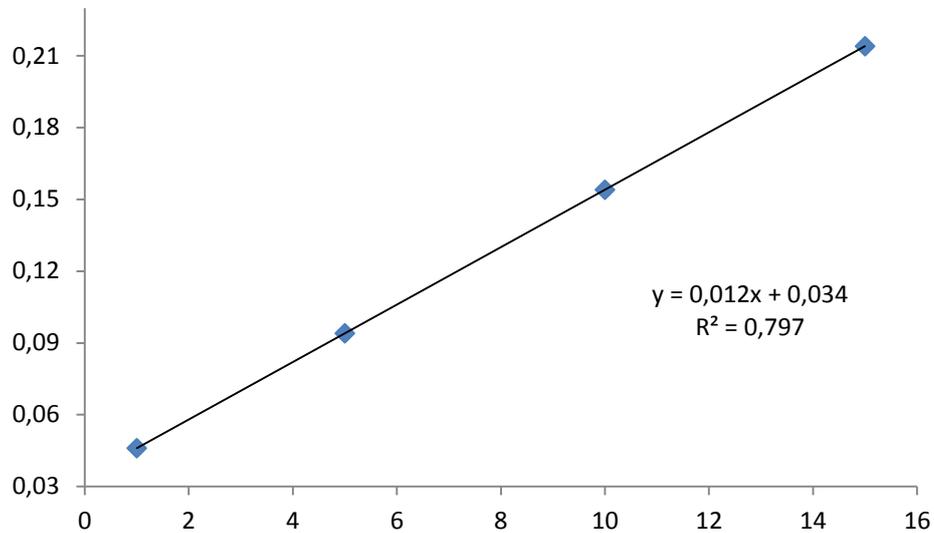
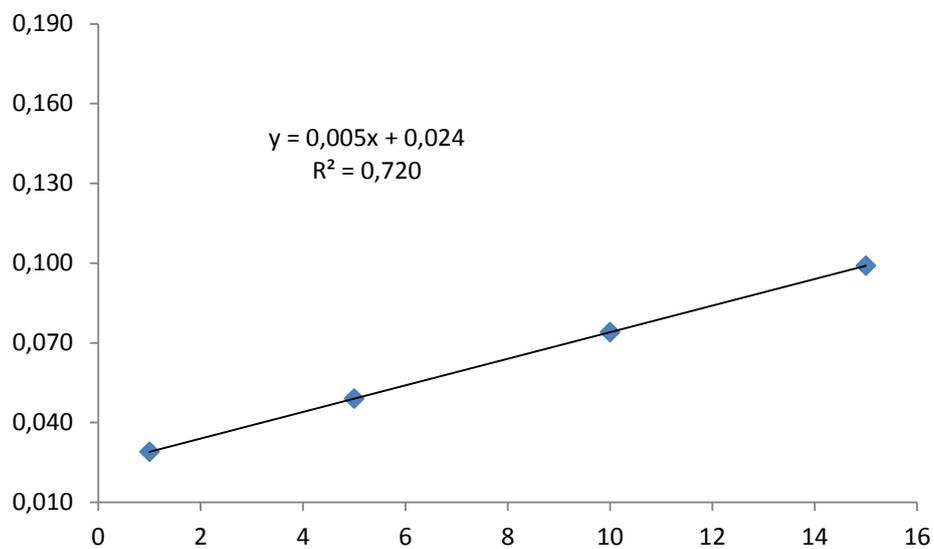


Figura 12 - Curva de crescimento em Altura do Corpo (AC) de larvas de bijupirá com 1, 5, 10 e 15 DAE no sistema de cultivo interno.



Verifica-se nas equações uma tendência crescente linear em todas as variáveis estudadas durante o cultivo, as equações sugerem, pelos coeficientes de inclinação, que há um comportamento de crescimento longitudinal do corpo mais acentuado, seguido do comprimento da cabeça e da altura do corpo, que cresce mais lentamente. Dessa

forma, inicialmente tem-se um crescimento maior em comprimento do que em altura do animal.

### CONCLUSÕES

As larvas de bijupirá apresentam crescimento linear nos primeiros 15 dias após a eclosão. O animal cresce mais rapidamente em comprimento longitudinal total e padrão, crescendo mais lentamente quando se avalia comprimento de cabeça e altura corporal.

## REFERÊNCIAS

- BENETTI, D.D.; SARDENBERG, B.; WELCH, A. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.281, p.22-27, 2008b.
- BENETTI, D.D. Continuing and advancing the development of cobia (*Rachycentron canadum*) aquaculture technology from hatchery to market. **Progress Report NOAA Grant NA08OAR4170826**. 14p. 2010.
- CONCEIÇÃO, L. E. C., ARAGÃO, C., RICHARD, N., ENGROLA, P. G., MIRA, S., DIAS, J. Avanços recentes em nutrição de larvas de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 26 – 35, 2009 (suplemento especial).
- DITTY, J.G., SHAW, R.F. Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachycentron canadum* (Family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico. **Fish Bull.** V.90, p.668–677, 1992.
- FAO. 2012. The State of World Fishery and Aquaculture. Fishery and Aquaculture Department. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, Italy. <http://www.fao.org/fishery/publications/>>. Acesso em: 07/08/2012.
- NEEDHAM, A. E. The growth process in animals. **Pitman London**. 1964.
- PEREGRINO JR, R. B. Formação e manejo de um plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 56 p. 2009.
- ROJAS, A. e WADSWORTH, S.; A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 70–100. **FAO Fisheries Technical Paper**. No. 498. Rome, FAO. 241 pp. 2007.

SHAFFER, R.V.; NAKAMURA,E.L.; Synopsis of Biological Data on the Cobia  
(Pisces: Rachycentridae), **NOAA Technical Report** NMFS 82, 22 p.1989.

## CAPÍTULO 2

---

Desempenho ponderal e morfometria de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*) em três sistemas de cultivo.

Desempenho ponderal e morfometria de larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*) em três sistemas de cultivo.

### RESUMO

A aquicultura vem, nos últimos anos, se impondo como atividade pecuária, embora ainda seja considerada por muitos como um apêndice do setor pesqueiro. Um dos pontos de estrangulamento na produção de bijupirá é a larvicultura, e o desenvolvimento de protocolos mais eficientes torna-se indispensável para aperfeiçoar a qualidade da produção de alevinos da espécie, com vistas à consolidação da piscicultura marinha. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho zootécnico e as características morfométricas de larvas de bijupirá cultivadas em diferentes sistemas de manejo. As larvas de bijupirá foram obtidas de desova natural de reprodutores mantidos no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A., localizado no distrito de Acupe, Município de Santo Amaro da Purificação – Bahia – Brasil. As larvas foram distribuídas aleatoriamente em três tratamentos: 1. mesocosmo; 2. sistema intensivo protegido (interno); 3. sistema intensivo externo, submetidas ao manejo de rotina da empresa produtora, para avaliação do desempenho zootécnico e das alterações morfométricas com a utilização de um software, considerando marcos anatômicos previamente definidos. Foi realizada a biometria de todas as larvas amostradas, para a realização dos cálculos de sobrevivência, ganho de peso, ganho de peso médio diário, taxa de crescimento específico, ganho de biomassa, ganho em comprimento e ganho em comprimento médio diário. Foram realizadas análises descritivas a partir das médias e desvio-padrão. Para a comparação das médias foi realizada a ANOVA, seguido do Teste de comparações múltiplas ou de Tamhane. Houve diferenças significativas entre tratamentos para todas as variáveis morfométricas avaliadas. A maior sobrevivência das larvas ocorreu no sistema intensivo interno (protegido) enquanto a maior biomassa foi produzida no sistema de mesocosmo. Os resultados sugerem que as larvas de bijupirá cultivadas em mesocosmo apresentaram melhor desempenho zootécnico, sendo dessa forma, um sistema de grande potencial para cultivo larval de bijupirá.

**Palavras-chave:** bijupirá, larvicultura, mesocosmo, morfometria

Weight performance and morphometry of larvae cobia (*Rachycentrum canadum*) in three cropping systems

ABSTRACT

Aquaculture has, in recent years, imposing itself as livestock, although it is still considered by many as an appendix to the fishing industry. One of the bottlenecks in the production of cobia and the hatchery, and the development of more efficient protocols is indispensable for improving the quality of production of fingerlings of the species, with a view to consolidating the marine fish farming. Thus, the aim of this study was to evaluate the performance and the morphometric characteristics of larvae cobia grown in different management systems. Cobia larvae were obtained from natural spawning of players kept in the Laboratory of Marine Fish Culture Experimental Farm Oruabo, Bahia Pesca SA, located in the district of Acupe, Municipality of Santo Amaro City - Bahia - Brazil. Larvae were randomly assigned to three treatments: 1. mesocosm 2. intensive system protected (internal) 3. Intensive external system, subjected to the routine handling of the production company, to evaluate the performance and morphometric changes with the use of software, considering anatomical landmarks previously defined. Biometry was performed of all larvae sampled for the calculations of survival, weight gain, average daily weight gain, specific growth rate, biomass gain, length gain and average daily gain in length. Descriptive analyzes were performed from the average and standard deviation. For the statistical analysis was performed by ANOVA followed by multiple comparison test or Tamhane. There were significant differences between treatments for all morphometric variables evaluated. The highest larval survival occurred in the intensive internal (protected) while the highest biomass was produced in mesocosm system. The results suggest that larvae grown in mesocosm cobia showed better growth performance, and thus a system of great potential for cultivation of larval cobia.

**Keywords:** cobia, larviculture, mesocosm, morphometry

## INTRODUÇÃO:

Várias são as espécies marinhas cultivadas ao redor do mundo. A maioria delas são pescados de alto valor, sendo que 60% são cultivados em sistemas de tanques-rede (ROJAS e WADSWORTH, 2007). Benetti (2010a) cita, entre outras, o *Rachycentron canadum* (bijupirá) como sendo uma das espécies mais importantes e mais promissoras para a aquicultura mundial.

Um dos entraves à produção do bijupirá é a fase de larvicultura, quando a alimentação é composta, preferencialmente, por copépodos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). De acordo com Peregrino (2009), o estabelecimento de condições necessárias para produção de formas jovens de espécies marinhas em cativeiro terá papel decisivo no desenvolvimento da aquicultura em nosso país. A produção de formas jovens de alta qualidade é um dos fatores chaves para o crescimento sustentável da indústria da aquicultura. Ainda que se produzam grandes quantidades de larvas, as taxas de sobrevivência são muitas vezes baixas, existem problemas de qualidade (deformações no esqueleto, anomalias de pigmentação) e o potencial de crescimento nem sempre é aproveitado ao máximo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2009).

Os sistemas de larvicultura de peixes marinhos são complexos, no sentido em que simulam condições ideais de ambiente e alimentação de maneira a estimular o crescimento das larvas produzidas (FERRAZ *et al.*, 2011). Os sistemas de cultivo de peixes não funcionam da mesma maneira, sendo que estão baseados em ideias tradicionais enquanto outros mesclam conceitos novos e alta tecnologia. Os métodos de cultivos extensivos tradicionais estão sendo substituídos por sistemas intensivos e semi-intensivos devido ao aumento da demanda do mercado consumidor, à expansão da indústria, além do desenvolvimento e emprego de novas tecnologias (CREPALDI *et al.*, 2006). Um sistema de cultivo adequado é fundamental para o sucesso na criação de peixes e possibilita melhor desempenho zootécnico, com incremento da sobrevivência, no ganho de peso (THOMAS *et al.*, 2011).

A compreensão dos processos envolvidos no crescimento animal, como mudanças no tamanho, forma e composição corporal é fundamental a todos os aspectos da produção animal (SANTOS *et al.*, 2007).

O mais importante parâmetro a ser observado, sob o ponto de vista econômico, é o crescimento (HUANG e LIAO, 1990), que tem como um dos componentes o formato do corpo, expresso por medidas ou índices morfométricos (REIST, 1985). Diz-se que os indivíduos de uma espécie biológica crescem isometricamente, quando as proporções entre suas medidas morfométricas permanecem constantes. Essas proporções são definidas para cada duas medidas (SANTOS, 1994) e a relação linear entre duas medidas é um indicativo da proporcionalidade entre elas durante o crescimento do peixe.

A morfometria é, portanto, a análise da forma corporal em relação ao tamanho por meio de métodos numéricos (CAVALCANTI e LOPES, 1990) e estuda a variação e covariação de medidas de distância, sejam estas entre pares de pontos anatomicamente homólogos, ou entre pontos de tangência ou extremos de estruturas, possibilitando a avaliação de como e quanto estas medidas variam, e de como e quanto estão relacionadas entre si (MORAES, 2003). Esta atividade de medir estruturas anatômicas pode ser efetuada utilizando-se desde técnicas mais simples, por exemplo, o paquímetro, a fita métrica, até aquelas mais sofisticadas, como a morfometria computadorizada (TEIXEIRA *et al.*, 2001).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é de avaliar o desempenho zootécnico e as características morfométricas de larvas de bijupirá cultivadas em diferentes sistemas de manejo.

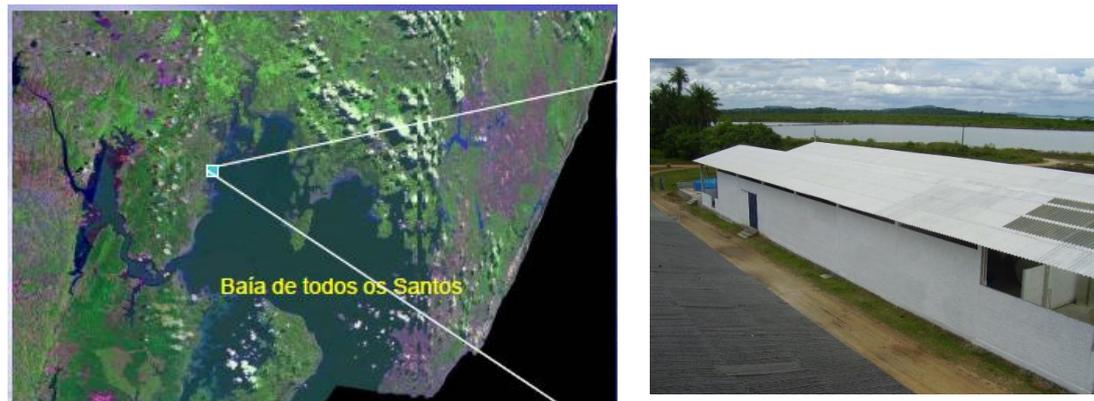
## MATERIAL E MÉTODOS

### Instalações, coleta e distribuição das larvas:

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A., Secretaria de Agricultura do

Estado da Bahia, localizado no distrito de Acupe, Município de Santo Amaro da Purificação – Bahia – Brasil. Latitude 12° 40'28 77" S, longitude 038° 44'08,55" N, distante de Salvador – BA, 71 km, pela rodovia BR-324 e BA-026, na Região Metropolitana de Salvador (Figura 1).

Figura 1 – Laboratório de Piscicultura Marinha da Bahia Pesca

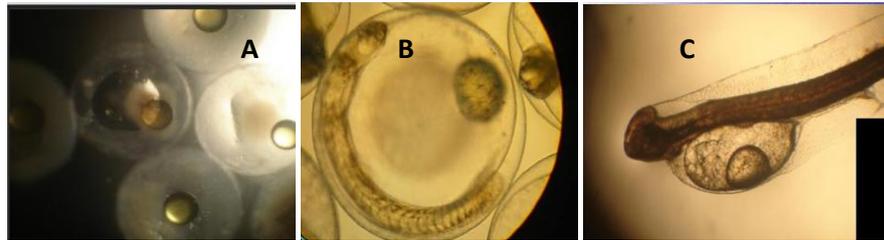


Fonte: Jerônimo Filho

As larvas de bijupirá foram obtidas de desova natural de reprodutores mantidos em cativeiro no Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Experimental Oruabo. Os preparativos para a coleta dos ovos foram realizados com o posicionamento de um coletor de ovos no sistema de drenagem do tanque de reprodução e coleta dos ovos residuais com tela (gaze suíça) fixada em uma moldura. Os ovos foram lavados com solução antisséptica e colocados em uma proveta para descanso e aglomeração. Neste procedimento, os ovos fertilizados se aglomeraram na superfície, enquanto os inviáveis migraram para o fundo do recipiente, onde foram coletados e descartados.

Os ovos viáveis seguiram para as incubadoras com volume de 100 L, com de água do mar filtrada e oxigenação mecânica através de pedra porosa instalada no fundo da incubadora, servindo também para promover movimentação da água e dos ovos. Os ovos foram mantidos à temperatura de 27 °C, pH de 7,8 e salinidade de 32g/L, permanecendo nessas condições por 24 horas, até a eclosão. A figura 2 apresenta fotos de diferentes etapas do desenvolvimento embrionário e larval do bijupirá, onde em A observa-se ovo com a larva e gotícula de óleo aparente, em B a larva em uma imagem mais aproximada e C a larva com 1DAE e o saco vitelino.

Figura 2 – Processo de incubação e eclosão dos ovos



Fonte: Gitonilson Tosta

As larvas foram distribuídas aleatoriamente em três tratamentos, com três repetições: mesocosmo, sistema intensivo protegido (interno) e sistema intensivo externo, submetidas ao manejo de rotina da empresa produtora, para avaliação do desempenho zootécnico e das alterações morfométricas no decorrer do cultivo, que teve duração de 15 dias.

Os três sistemas de cultivo utilizados foram os seguintes:

a) Tratamento 1 (T1): Sistema Semi-Intensivo (mesocosmo)

Foi utilizado um tanque escavado de fundo areno-lodoso, de 1 hectare de área, com capacidade de 7.000 m<sup>3</sup> (Figura 3), com água do mar, previamente filtrada com tela de 1 mm, sem renovação de água. O tanque foi fertilizado com ureia (200g) e trifosfato (20g) e após oito dias foram introduzidas as larvas de bijupirá no 2º dia após eclosão (DAE). Não foi ofertado nenhum tipo de alimentação exógena, ou seja, as larvas se alimentaram apenas do alimento natural presente no tanque previamente fertilizado e o conteúdo do saco vitelino.

Figura 3 - Sistema semi-intensivo (mesocosmo)



Fonte: Laboratório de Piscicultura Marinha da Fazenda Oruabo – Bahia Pesca

b) Tratamento 2 (T2): Sistema intensivo interno

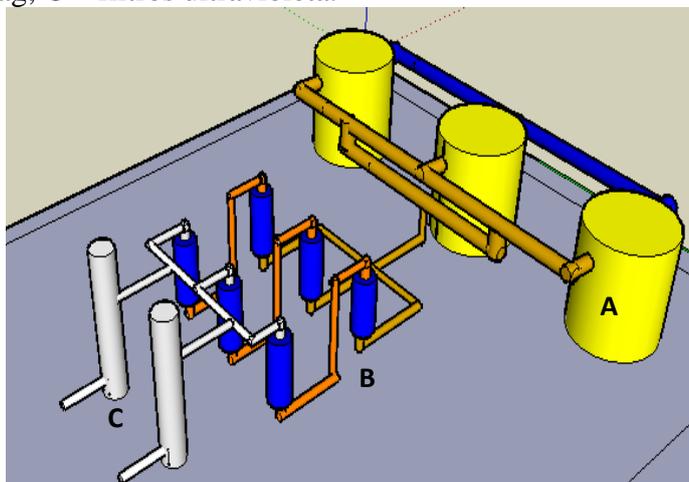
As larvas foram introduzidas em tanques de fibra de vidro de 4.000 L, situados dentro de um galpão coberto (Figura 4). Esse sistema utiliza água do mar filtrada por três filtros mecânicos de areia, com capacidade de filtragem de 10 micra. Em seguida, passa por duas baterias de filtros bag, com carcaça de PVC, e capacidade de filtragem de 5 micra e 3 micra, respectivamente. Por último, a água é submetida a filtros ultravioleta (capacidade de 40 m<sup>3</sup>/h) para ser distribuída dentro do laboratório (Figura 5). Há também oxigenação mecânica contínua, através de pedras porosas instaladas nos tanques. Foram introduzidas as larvas no tanque com volume de 4.000 L de água.

Figura 4 - Sistema intensivo interno de larvicultura



Fonte: Eduardo Filho

Figura 5 – Croqui do sistema de filtros do sistema de cultivo interno; A – Filtros de areia; B – filtros bag; C – filtros ultravioleta.



Fonte: Gitonilson Tosta

As larvas do sistema de cultivo interno foram submetidas ao manejo de rotina do criatório, sendo alimentadas com alimentos vivos, inicialmente rotíferos e depois artêmias. A partir do 12º dia, as larvas eram alimentadas, além de artêmias, com alimento inerte. Foi utilizada a ração comercial Otohime A (Reed Mariculture, Estados Unidos – grânulos 250 µm), numa frequência de 2 vezes ao dia, sendo ofertada por dia aproximadamente, 3 gramas.

Os rotíferos *Brachionus plicatilis* foram obtidos de cultivos em tanques cilíndricos cônicos de fibra de vidro de 2.000 L de cor escura com fundo claro, com densidade de aproximadamente 150 rotíferos/mL em sistema semi-contínuo e alimentados com aproximadamente 250.000 células/mL de *N. oculata* e 100.000 células/mL de *Isochrysis galbana* no mesmo laboratório onde foram realizados os estudos.

No 10º DAE iniciava-se o enriquecimento no cultivo de artêmias. Náuplios de artêmias, provenientes de cistos (INVE Technologies, Bélgica), foram enriquecidos após 8h da eclosão do cisto, período necessário para a abertura do trato digestório. As artêmias eram colocadas em emulsões enriquecedoras e diluídas em água do mar a 35g/L. A proporção definida dos produtos ω3 Yeast 60R e Red Papper®, ambos da indústria Bernaqua®, foi de 1:1. Os enriquecedores foram misturados em água salgada e distribuídos aos tanques de cultivo das artêmias, para depois serem introduzidos nos tanques das larvas, a fim de aumentar a disponibilidade de ácidos graxos.

### c) Tratamento 3 (T3): Sistema Intensivo externo

Nesse sistema foi utilizado um tanque circular de vinimanta, na cor azul, com área de 20m<sup>2</sup> e volume de 20m<sup>3</sup>. Os tanques localizam-se fora do galpão do laboratório, sem cobertura (Figura 6). Eles foram abastecidos com 12.000 L de água salgada, previamente filtrada com filtro mecânico de areia, filtro *bag* de 5µ e esterilizador ultravioleta, com sistema de aeração forçada, da mesma forma que o sistema de tanques internos. As larvas do sistema de cultivo externo foram submetidas ao manejo de rotina do criatório, sendo alimentadas com alimentos vivos, inicialmente rotíferos e depois artêmias. A partir do 12º dia, as larvas eram alimentadas, além de artêmias, com

alimento inerte. A ração utilizada foi a Otohime A, numa frequência de 2 vezes ao dia, sendo ofertada por dia aproximadamente, 3 gramas.

Figura 6 - Sistema intensivo externo



Fonte: Fabíola Vasconcelos

As densidades médias de estocagem de larvas utilizadas nos diferentes sistemas foram: a) Mesocosmo –  $0,08 \pm 0,01$ ; Intensivo interno –  $6,42 \pm 1,61$ ; e Intensivo externo –  $8,53 \pm 0,26$  larvas por litro, de acordo com o protocolo utilizado na rotina da unidade de produção.

#### Análise das variáveis físico-químicas da água:

Foram feitas diariamente as análises de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água nas unidades de cultivo e análise de amônia total da água no final do cultivo. Esse monitoramento foi realizado através de uma sonda multiparâmetro da marca HANNA, modelo HI 9828. Essas variáveis foram acompanhadas constantemente durante todo o período experimental, sendo obtidos os seguintes valores limites (mínimo e máximo) para cada variável analisada em cada sistema de cultivo.

Tabela 2 – Variáveis físico-químicas nos diferentes sistemas de cultivo

Variáveis	Mesocosmo	Sistema intensivo	Sistema intensivo
		interno	externo
Salinidade (g/L)	33 – 35	33 – 35	33 – 35
Oxigênio (mg/L)	6 – 7	6 – 7	6 – 7
pH	7,7 – 7,8	7,7 – 7,8	7,7 – 7,8
Temperatura (°C)	26 – 29	25 – 27	26 – 29
Amônia tóxica (mg/L)	0,2	0,2	0,2
Cor da água	Água verde	Água clara	Água clara

Amostragem das larvas e biometria para avaliação de desempenho zootécnico.

Após 15 dias de cultivo, amostras com 30 larvas de bijupirá foram coletadas aleatoriamente de cada sistema e colocadas em água do mar com gelo e em seguida fixadas com formaldeído (4% em solução tampão fosfato pH 7,4) e transferidos para álcool a 70 %. Ao final do período de larvicultura, todas as larvas foram coletadas para realizar a contagem total do número de indivíduos.

Em seguida, foi realizada a biometria de todas as larvas amostradas, avaliando-se peso e comprimento total, pesados e medidos individualmente utilizando-se uma balança analítica Marte, modelo AY220, com precisão de 0,001g e um paquímetro digital da marca Western® PRO, de precisão para as medidas de comprimento, em milímetros.

Para a avaliação de desempenho zootécnico foram consideradas as amostras coletadas de cada repetição em cada sistema de cultivo, considerando-se as médias de número inicial de larvas, número final de larvas, peso médio inicial, peso médio final e oferta de ração, para a realização os seguintes cálculos:

1. Sobrevivência (S) =  $(Nf/Ni) \times 100$

Onde:

Nf = número final de peixes

Ni = número inicial de peixes

2. Ganho de Peso (GP) =  $P_f - P_i$

Onde:

$P_f$  = peso final, em gramas

$P_i$  = peso inicial, em gramas

3. Ganho de Peso Médio Diário (GPD) =  $(P_f - P_i) / t$

Onde:

$P_f$  = peso final, em gramas

$P_i$  = peso inicial, em gramas

$t$  = período experimental, em dias

4. Taxa de Crescimento Específico (TCE) =  $((\ln P_f - \ln P_i) / t) \times 100$

Onde:

Taxa de Crescimento Específico, em % do ganho de peso ao dia

$\ln P_f$  = logaritmo natural do peso final

$\ln P_i$  = logaritmo natural do peso inicial

$t$  = período experimental, em dias

5. Ganho de Biomassa (GB) =  $(B_f - B_i)$

Onde:

$B_f$  = biomassa final

$B_i$  = biomassa inicial

6. Ganho em comprimento (GC) =  $C_f - C_i$

Onde:

$C_f$  = comprimento final, em centímetros

$C_i$  = comprimento inicial, em centímetros

7. Ganho em Comprimento Médio Diário (GCD) =  $(C_f - C_i) / t$

Onde:

$C_f$  = comprimento final, em centímetros

Ci = comprimento inicial, em centímetros

t = período experimental, em dias

### Morfometria:

As medidas conformacionais avaliadas em outros trabalhos com peixes, tanto de água doce, como marinhos, são várias e há inclusive divergências nas regiões corporais nas quais as mensurações devem ser obtidas, o que prejudica a comparação dos dados em uma mesma espécie e entre diferentes espécies estudadas (SOUZA *et al.*, 1998). Assim, os pontos anatômicos e as medidas morfométricas utilizados neste trabalho, foram escolhidos por estarem relacionadas ao tronco, cabeça, olhos e boca dos peixes (BREDA *et al.*, 2005) e devido a comparação de dados encontrados na literatura.

Todos os animais de cada amostra foram fotografados com câmera acoplada ao estereomicroscópio da marca TAIMIN, modelo XTB-IB. Nas avaliações morfométricas, para cada indivíduo fotografado, foram digitalizados pontos ou marcos anatômicos previamente definidos, num total de oito, como apresentados na figura 7: A) extremidade anterior da cabeça; B) margem anterior do olho; C) margem posterior do olho; D) extremidade posterior do opérculo; E) referência dorsal para medida de altura; F) referência ventral para medida de altura; G) limite posterior do pedúnculo caudal; H) limite posterior da nadadeira caudal.

Figura 7 – Marcos anatômicos utilizados para a morfometria



Fonte: Fabíola Vasconcelos

A partir desses marcos, os dados morfométricos foram obtidos através do software BEL IMAGE PLUS 3.2, com as medidas listadas a seguir, avaliadas ao longo de, ou perpendicular ao eixo do corpo, conforme Nakatani *et al.*, (2001):

1. **Comprimento total (CT)**: distância entre extremidade rostral da cabeça e a extremidade caudal da nadadeira embrionária das larvas (A – H).
2. **Comprimento padrão (CP)**: distância entre extremidade rostral da cabeça e o pedúnculo da nadadeira caudal ( A – G).
3. **Comprimento do focinho (CF)**: distância da ponta do focinho até a margem anterior do olho (A – B).
4. **Diâmetro do olho (DO)**: diâmetro do olho medido horizontalmente (B – C).
5. **Comprimento da cabeça (CC)**: distância da ponta do focinho até a porção óssea posterior do opérculo (A – D).
6. **Altura do corpo (AC)**: distância entre as extremidades dorsal e ventral do corpo (E – F).

Além das medidas diretas utilizadas para avaliação do desenvolvimento da larva foram também calculadas as relações morfométricas entre elas, a exemplo de outros autores, como Ricker (1968) e Nakatani *et al.*, (2001):

$\frac{CP}{CT}$  = Comprimento padrão em relação ao comprimento total;

$\frac{CC}{CP}$  = Comprimento da cabeça em relação ao comprimento padrão;

$\frac{CF}{CC}$  = Comprimento do focinho em relação ao comprimento da cabeça;

$\frac{DO}{CC}$  = Diâmetro do olho em função do comprimento da cabeça;

$\frac{AC}{CP}$  = Altura do Corpo em relação ao comprimento padrão.

Foram realizadas análises descritivas a partir das médias e desvio-padrão. Para a comparação das médias foi realizada a ANOVA, seguido do Teste de comparações múltiplas ou de Tamhane.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variáveis físico-químicas da água:

As análises das variáveis de qualidade da água não apresentaram variação significativa entre os tratamentos, como mostra a Tabela 3, para os parâmetros estabelecidos para a larvicultura de bijupirá.

Tabela 3 - Valores mínimo e máximo das variáveis físico-químicas da água nos diferentes tratamentos.

Variáveis	Mesocosmo	Sistema intensivo interno	Sistema intensivo externo
Temperatura (°C)	26 – 29	26 – 29	26 – 29
Salinidade (g/L)	33 – 35	33 – 35	33 – 35
Transparência (cm)	0,6	Água clara	Água clara
Amônia tóxica (mg/L)	0,2	0,2	0,2
Ph	7,7 – 7,8	7,7 – 7,8	7,7 – 7,8
Oxigênio (mg/L)	6 – 7	6 – 7	6 – 7

As temperaturas registradas nos três tratamentos (25°C a 29 °C) estão dentro da faixa ideal (22°C e 32°C) para criação do *Rachycentrum canadum* (CHANG, 2003). A salinidade encontrada esteve entre 33 e 35 g/L, um pouco acima da faixa ideal que a espécie suporta, que segundo Resley *et al.* (2006) varia de 5 a 33 g/L. Isso comprova a grande tolerância de salinidade na fase larval que espécie possui, segundo Faulk e Holt (2006).

A transparência esteve entre 0,6m no mesocosmo (tratamento 1). Para Sipaúba-Tavares *et al.*, (2003) o ideal é manter a visibilidade do disco de Secchi (transparência) de viveiros de aquicultura entre 0,25m e 0,70m.

Durante o período experimental a concentração máxima encontrada de amônia tóxica foi de 0,2 mg/L. Esteve dentro da faixa de conforto para os animais, já que quando a concentração de amônia atinge 0,62 mg/L, os animais cessam a alimentação, e o limite de amônia total para produção de bijupirá, é 1,13 mg/L, quando segundo Rodrigues *et al.* (2007), têm-se a morte de 50 % da população no cultivo.

Durante o período experimental não houve diferença significativa entre todos os tratamentos, no que diz respeito a oxigênio dissolvido, e a média foi de 6 a 7mg/L, valor dentro do nível de conforto para cultivo de peixes em cativeiro.

Os valores de pH encontrados nos três tratamentos estiveram entre 7,7 e 7,8. A faixa ideal do pH para cultivo de bijupirá varia entre 7,0 e 8,0 (PERSCHBACHER, 2006).

### Índices Zootécnicos e Relações Morfométricas

Os resultados obtidos nesse estudo, após 15 dias de cultivo, expressam sobrevivência média de 1,2%, percentual inferior aos encontrados na literatura, mesmo observando que as variáveis físico-químicas se mantiveram dentro dos parâmetros ideais para cultivo, conforme Benetti *et al.* (2008b).

Os resultados obtidos em cada tratamento foram contrastantes, onde a maior média de sobrevivência foi no T2, com 2,13%, seguido do T3 com 1,09% e por fim, a menor média no T1, com 0,24%. Em contrapartida, o resultado da média da biomassa final nos tratamentos foi inverso aos valores da taxa de sobrevivência, onde houve a maior biomassa no T1 (0,1987g), seguido do T3 (0,0154g) e T2 (0,0028g).

De acordo com os resultados de sobrevivência, é evidente o melhor desempenho do sistema de cultivo intensivo interno, ao contrário no que se refere a biomassa final, que o cultivo em mesocosmo resultou numa biomassa muito maior. Indicando que pode-se obter um menor número de indivíduos em uma larvicultura, mas com maior qualidade das larvas para que elas tenham condições de se desenvolver melhor e se tornar juvenis mais aptos para continuar o cultivo na fase de engorda. Em síntese, a necessidade do aprimoramento dos estudos para a determinação de melhores condições de cultivo de larvas, condições ideais para proporcionar maiores taxas de sobrevivência na larvicultura de bijupirá e larvas de boa qualidade, para que elas tenham condições de se desenvolver melhor e se tornar juvenis mais aptos para continuar o cultivo na fase de engorda. Dessa forma, será possível solucionar os problemas existentes e gerar

conhecimentos essenciais para o desenvolvimento racional da produção de peixes marinhos.

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam, respectivamente, os valores médios dos índices zootécnicos, os valores das variáveis morfométricas que foram mensuradas durante o desenvolvimento larval e os valores das relações morfométricas dos animais, com 15 dias de cultivo após a eclosão, nos três sistemas de cultivo.

Tabela 4 – Valores médios de comprimento total final (CTFin), peso final (PFin), ganho de comprimento total (GCT), ganho de comprimento diário (GCD), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) de larvas de bijupirá com 15 DAE nos diferentes tratamentos.

Tratamento	CTFin	Pfin	GCT	GCD	GP	TCE
Mesocosmo	4,048 <sub>a</sub>	0,166 <sub>a</sub>	3,746 <sub>a</sub>	0,270 <sub>a</sub>	0,165 <sub>a</sub>	40,904 <sub>a</sub>
Interno	0,528 <sub>c</sub>	0,004 <sub>c</sub>	0,228 <sub>c</sub>	0,016 <sub>c</sub>	0,004 <sub>c</sub>	14,377 <sub>c</sub>
Externo	1,055 <sub>b</sub>	0,015 <sub>b</sub>	0,755 <sub>b</sub>	0,054 <sub>b</sub>	0,015 <sub>b</sub>	23,419 <sub>b</sub>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Houve diferença significativa em todas as variáveis morfométricas avaliadas (comprimento total, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de focinho, altura do corpo e diâmetro ocular), obtendo-se, de forma geral, valores maiores para o Tratamento 1, seguido do Tratamento 3 e do Tratamento 2, em ordem decrescente (tabela 5)

Tabela 5 - Valores médios das variáveis morfométricas Comprimento Total (CT), Comprimento Padrão (CP), Comprimento de Cabeça (CC), Comprimento de Focinho (CF), Altura do Corpo (AC) e Diâmetro Ocular (DO) de larvas de bijupirá com 15 DAE nos diferentes tratamentos.

Tratamento	CT	CP	CC	CF	AC	DO
T1 - Mesocosmo	4,335 <sub>a</sub>	3,207 <sub>a</sub>	0,828 <sub>a</sub>	0,214 <sub>a</sub>	0,385 <sub>a</sub>	0,193 <sub>a</sub>
T2 - Interno	0,765 <sub>c</sub>	0,657 <sub>c</sub>	0,201 <sub>c</sub>	0,052 <sub>c</sub>	0,092 <sub>c</sub>	0,053 <sub>c</sub>
T3 - Externo	1,509 <sub>b</sub>	1,166 <sub>b</sub>	0,333 <sub>b</sub>	0,090 <sub>b</sub>	0,156 <sub>b</sub>	0,085 <sub>b</sub>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças entre as variáveis ( $P < 0,05$ ).

O cultivo desenvolvido no mesocosmo, viveiro desativado de cultivo de camarão, por ter sido fertilizado, houve tempo necessário para assentamento dos colonizadores primários (bactérias e diatomáceas), secundários (protozoários e macroalgas) e terciários (crustáceos, briozoários e poliquetas) (ARBAZUA e JAKUBOWSHI, 1995). Sendo assim, foi observada maior variedade de alimentos pertencentes à cadeia alimentar das larvas de bijupirá, uma microfauna constituída também por copépodos, anfípodos, isópodos, larvas de insetos, moluscos e outros anelídeos. Portanto, esse fator proporcionou melhores resultados de crescimento em peso e comprimento, em geral, um melhor desempenho zootécnico, melhorando a conversão alimentar das larvas criadas nesse sistema intensivo, já que funcionou como uma complementação de alimento natural. Portanto, o sistema de cultivo em mesocosmo traz incremento na qualidade das larvas.

Já nos tratamentos 2 e 3, a água utilizada era clara, passando por um sistema de filtração muito eficiente e permanecendo nos tanques somente artêmia, rotífero (alimento natural) e a ração ofertada. A única diferença das condições do tratamento 2 e 3 é a exposição a radiação solar que o 3 é submetido, isso pode ter interferido na coloração da água, favorecendo uma maior produção de microalgas no sistema. Isso demonstra que o ambiente é um fator muito importante, já que ambientes com

características limnológicas distintas, podem ser determinantes para o desenvolvimento de populações de mesma espécie morfologicamente diferentes (LINS, 2011).

Durante o desenvolvimento inicial, as variáveis morfométricas das larvas de bijupirá (*Rachycentrum canadum*), revelaram que, de acordo com a metodologia de Nakatani *et al.*, (2001) o diâmetro do olho foi maior no tratamento 1 (0,193 cm), do que no tratamento 3 (0,085 cm) e maior ainda do que no tratamento 2 (0,053 cm). Esse maior desenvolvimento ocular beneficia na captura de maior quantidade de alimento e a visualização da presa, tornando-as mais rapidamente, predadoras ativas as larvas do tratamento 1 do que as larvas do tratamento 2 e 3. Segundo Santos *et al.* (2004), essa alometria positiva está relacionada com um investimento em crescimento como mecanismo para suportar condições adversas, que nesse caso foram as condições em que os peixes cultivados no mesocosmo foram submetidos.

A respeito das análises morfométricas relacionadas à cabeça, o desenvolvimento mais rápido dessa estrutura no tratamento 1, favorece uma formação precoce da parte cerebral nas larvas, expansão da câmara opercular e formação do aparelho branquial (FUIMAN *et al.*, 1983). Gomiero (2005) relatou que, mudanças nutricionais ocorridas no ambiente de cultivo refletem rigorosamente no crescimento alométrico dos peixes, implicando nesse desenvolvimento precoce dessas estruturas.

Tabela 6 - Valores médios das relações morfométricas Comprimento Padrão/Comprimento Total (CP/CT), Comprimento de Cabeça/Comprimento Padrão (CC/CP), Comprimento de Focinho/Comprimento de cabeça (CF/CC), Diâmetro Ocular/Comprimento da Cabeça (DO/CC) e Altura do Corpo/Comprimento Padrão (AC/CP) de larvas de bijupirá com 15DAE nos diferentes tratamentos.

Tratamento	CP/CT	CC/CP	CF/CC	DO/CC	AC/CP
Mesocosmo	0,733 <sub>c</sub>	0,255 <sub>c</sub>	0,254 <sub>a</sub>	0,234 <sub>b</sub>	0,123 <sub>b</sub>
Interno	0,858 <sub>a</sub>	0,304 <sub>a</sub>	0,260 <sub>a</sub>	0,265 <sub>a</sub>	0,142 <sub>a</sub>
Externo	0,774 <sub>b</sub>	0,285 <sub>b</sub>	0,265 <sub>a</sub>	0,255 <sub>a</sub>	0,136 <sub>a</sub>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças entre as variáveis ( $P < 0,05$ ).

Como mostra a tabela 6, a relação CF/CC não apresentou diferença significativa em função do sistema de cultivo, parecendo ser uma relação mais estável. O comprimento do focinho não apresentou variações marcantes durante o desenvolvimento larval nos tratamentos 2 e 3. Havendo um desenvolvimento significativo em relação ao tratamento 1, principalmente devido ao maior aumento de tamanho da cabeça nesse tratamento. Segundo Lundstedt *et al.*, (1997), quanto maior comprimento do focinho, maior a abertura bucal, possibilitando aos indivíduos maior facilidade de captura e apreensão de alimentos, além de ganho de peso.

A relação CC/CP foi maior no tratamento 2, seguido pelo tratamento 3 e pelo tratamento 1. Pode-se inferir então que os indivíduos do tratamento que obtiveram maior resultado (T2), são indivíduos que possuem um tamanho menor em relação à cabeça, sugerindo um crescimento corporal longitudinal inferior aos demais tratamentos.

A relação CP/CT foi maior no sistema 2, seguido pelo sistema 3 e pelo sistema 1. É possível que com o maior crescimento das larvas no viveiro, a nadadeira caudal tenha se desenvolvido mais. Foi verificado um desenvolvimento precoce de certas características nos indivíduos do tratamento 1. O desenvolvimento rápido dessas estruturas relevantes para a sobrevivência, como olhos, cabeça e principalmente

nadadeiras dorsal, caudal e anal, segundo Dasilao Jr. *et al.*, (2002), confere um maior grau de estabilidade para as larvas durante a natação. Segundo Watson e Balon (1984), quanto maior esse índice, mais predadoras as larvas serão, e melhor natação para perseguição de presas e fuga de predadores. Esse fato não foi observado nas larvas dos tratamentos 2 e 3, em que o desenvolvimento mais lento dessas estruturas tornam esses indivíduos mais vulneráveis.

A relação DO/CC foi menor no tratamento 1, pois o desenvolvimento do olho nesse tratamento foi proporcional em relação ao crescimento da cabeça do que nos tratamentos 2 e 3, que não apresentaram diferenças significativas entre si.

Assim como a relação de AC/CP, que também foi menor no tratamento 1, onde implica numa menor largura no corpo, em consequência do crescimento lento das fibras musculares. O resultado dessas duas relações sugere a possibilidade da alimentação diferenciada com maior disponibilidade de alimento das larvas no tratamento 1, além do maior tamanho de presas ingeridas pela larva, favorecendo maior abertura de boca e desenvolvimento de estruturas de alimentação, como mandíbula funcional, sendo determinante para um maior crescimento larval (WATSON e BALON, 1984).

A figura 8 refere-se a larvas de bijupirá com 15 DAE oriundas de uma mesma desova, cultivadas nos diferentes tratamentos, onde os resultados demonstraram a influência dos diferenciados tratamentos no desempenho das larvas de bijupirá como técnica de melhorar as condições de produção na fase de larvicultura.

Figura 8 – Larvas de bijupirá com 15 DAE cultivadas nos diferentes tratamentos.



Fonte: Fabíola Vasconcelos

## CONCLUSÕES

Larvas de bijupirá cultivadas em mesocosmo apresentaram melhor desempenho zootécnico sendo, portanto um sistema de grande potencial para cultivo larval de bijupirás.

## REFERÊNCIAS

ARBAZUA, S.; JAKUBOWSHI. Biotechnological Investigation for the Prevention of Biofouling. I. Biological and Biochemical Principles for the Prevention of Biofouling. **Mar.Ecol Prog. Series** 123, 301-312, 1995.

BENETTI, D.D.; SARDENBERG, B.; WELCH, A. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**. v.281, p.22-27, 2008b.

BENETTI, D.D. Continuing and advancing the development of cobia (*Rachycentron canadum*) aquaculture technology from hatchery to market. **Progress Report** NOAA Grant NA08OAR4170826. 14 p. 2010a.

BREDA, L., OLIVEIRA, E. F. & GOULART, E. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum**, 27(4): 371-381. 2005.

CAVALCANTI, M.J.; LOPES, P.R.D. Morfometria comparada de *Ctenosciaena gracilicirhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Micropogonias furnieri* (Teleostei: Sciaenidae) pela análise multivariada de redes de treliças. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.7, n.4, p. 627-635, 1990.

CHANG, D.; O cultivo de bijupirá em Taiwan. **Panorama da aquicultura**, v13, n.79, p. 43-49. Rio de Janeiro, 2003.

CONCEIÇÃO, L. E. C.; ARAGÃO, C.; RICHARD, N.; ENGROLA, P. G.; MIRA, S., DIAS, J. Avanços recentes em nutrição de larvas de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 26 – 35, 2009 (suplemento especial).

CREPALDI, D. V. SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA PISCICULTURA. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006. Disponível em: [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br).

DASILAO Jr. J.; ROSSITER, A.; YAMAOKA, K. Adaptive ontogenetic shape change in flying fish *Parexocoetus mento mento*. **Fisheries Science**, 68 (1): 71 – 76. 2002.

FAULK, C.K.; HOLT, J.H. Responses of cobia, *Rachycentron canadum*, larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, 254: 275-283. 2006.

FERRAZ, E. de M. A.; TELES, I. I.; FLORINDO, V. R. CERQUEIRA. Avaliação de larvas de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, em sistema de larvicultura. In: X Reunião Científica do Instituto de Pesca, São Paulo-SP. **Resumos expandidos da 10ª Reunião Científica do Instituto de Pesca**. São Paulo: Instituto de Pesca,. v.1. p. 90 - 92. 2011

FUIMAN, L.A., et al. State of the art of identification for cyprinid fish larvae from Eastern North America. **Transactions of the America Fisheries Society**, Bethesda, 122: 319 – 332. 1983.

GOMIERO, J. S.G. Curvas de crescimento morfométrico e alométrico de piracanjuba (*Brycon orbignyianus*). **Dissertação (Mestrado): Zootecnia**. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA. 36 p. 2005.

HUANG, C. M.; LIAO, I. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 1/4, p. 199-205. 1990.

LINS, P. M. O. Ecomorfologia trófica de *Acarichthys heckelii* (Müller & Troschel, 1849), *Heros efasciatus* Heckel, 1840 e *Mesonauta insignis* (Heckel, 1840) (Perciformes: Cichlidae) nas reservas de desenvolvimento sustentável de Amanã e Mamirauá, Amazônia. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2011.

LUNDSTEDT, L. M. LEONNHARDT, J. H. DIAS, A. L. Alterações morfológicas induzidas pela reversão sexual em Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). **Revista Unimar**. 19 (2): 461 – 472, 1997.

MORAES, D.A A Morfometria Geométrica e a sua “Revolução na Morfometria”: localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **Boletim**, ano III, nº 3. 2003.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. **Eduem**, Maringá, 378 pp. 2001.

PEREGRINO JR, R. B. Formação e manejo de um plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em Pernambuco. **Dissertação (Mestrado): Recursos Pesqueiros e Aquicultura**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 56 p. 2009.

PERSCHBACHER, P.; paper Family *Rachycentridae*, **Data provided courtesy of Aquaculture /Fishers Center**, University of Arkansas. 2006.

REIST, J. D. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v. 63, n. 6, p. 1429-1439, 1985.

RESLEY, M.J.; WEBB, J.K.A.; HOLT, G.J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**. 253, 398-407. 2006.

RICKER, W. E. Methods for assessment of fish production in fresh waters. **Oxford: Blackwell Scientific Publications**. 313 p. 1968.

RODRIGUES, R.A.R. DE; MELLO, W.Z. DE; SOUZA, P.A. DE. Aporte atmosférico de amônio, nitrato e sulfato em área de floresta ombrófila densa na serra dos órgãos, RJ.

**Química Nova**, v. 30, p. 1842-1848. 2007.

ROJAS, A. e WADSWORTH, S.; A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 70–100. **FAO Fisheries Technical Paper**. No. 498. Rome, FAO. 241 pp. 2007.

SANTOS, A. L. B.; PESSANHA, L. M.; COSTA, M. R. *et al.* Relação peso-comprimento de *Orthopristis ruber* Cuvier (Teleostei, Haemulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n.2, p.185 – 187. 2004.

SANTOS, E. P. Alometria referencial. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 21, p. 19 - 21, 1994.

SANTOS, V. B. dos; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R.; FREATO, T. A.; ORFÃO, L. H.; MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 554-562, 2007.

SHAFFER, R.V.; NAKAMURA, E.L.; Synopsis of Biological Data on the Cobia (Pisces: Rachycentridae), **NOAA Technical Report NMFS** 82, 22 p. 1989.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., BARROS, A.F.; BRAGA, F.M. Effect of floating macrophyte cover on the water quality in fishpond. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v.25, n.1, p.101- 106, 2003.

SOUZA M.L.R; CASTAGNOLLI N; KONKRA S.N. Influência das densidades de estocagem e sistema de aeração sobre o peso e características de carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v.20, p.387-393, 1998.

TEIXEIRA, V. DE P. A.; PEREIRA, S. A. DE L.; RODRIGUES, D. B. R.; LINO JUNIOR, R. DE S.; OLIVEIRA, F. A.; CASTRO, E. C.; REIS, M. A. **Princípios Básicos e Aplicações da Morfometria**. GOIÁS: Universidade Federal de Goiás; Universidade de Uberaba. Disponível em: <  
<http://www.fmtm.br/instpub/fmtm/patge/morfometria01.htm>> Acesso em 03/08/12.  
2001.

THOMAS, H. G.; BENJAMIN C. G.; LOYD, W.; LEWIS L. V. Development of larval culture techniques for the shore crab, *Carcinus maenas*. **Aquacult Int** 19, 381 – 394.  
2011.

WATSON, D. J.; BALON, E. K. Ecomorphological analysis of fish taxocenoses in rainforest stream of northern Borneo. **Journal Fish Biology**, v. 145, n. 1, p. 303-320,  
1984.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A crescente demanda de alimento implica na necessidade de produzir de forma cada vez mais racional e produtiva. A aquicultura pode contribuir para diminuir o déficit da proteína da dieta da maioria da população e ela vem crescendo num ritmo mais acelerado que qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal. Nessa perspectiva, a piscicultura marinha tem se desenvolvido muito ultimamente, já que as condições climáticas e hidrográficas do litoral brasileiro, além da elevada diversidade de peixes de interesse comercial favorecem essa atividade. Nesse contexto, diversas espécies de peixes marinhos têm demonstrado condições para cultivo, mas o bijupirá (*Rachycentrum canadum*) é uma das espécies mais destacadas.

Um dos entraves para produção de bijupirá é a larvicultura, e um sistema de cultivo adequado é fundamental para o sucesso no cultivo dessa espécie, a fim de possibilitar um melhor desempenho zootécnico. Nesse contexto, as informações resultantes do trabalho vêm contribuir efetivamente para o conhecimento biológico do *Rachycentrum canadum*, já que o estudo fornece informações básicas e indispensáveis sobre a larvicultura dessa espécie.

## REFERÊNCIAS

AVAVULT, J.W. Site selection and culture systems. *In*: Avault JW. Fundamentals of aquaculture. Baton Rouge: **AVA**, p.175-222, 1996.

BENETTI, D.D.; ORHUN, M.R.; ZINK, I. **Aquaculture of cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean**. In: LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. (Eds.) Cobia aquaculture: research, development and commercial production. Manila, Philippines: Asian Fisheries Society; Louisiana: World Aquaculture Society; Keelung, Taiwan: The Fisheries Society of Taiwan; and Keelung, Taiwan: National Taiwan Ocean University, p.57-78, 2007.

BENETTI, D.D.; ORHUN, M.R.; SARDENBERG, B. et al. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). **Aquaculture Research**, v.39, p.701-711, 2008a.

BENETTI, D.D.; SARDENBERG, B.; WELCH, A. et al. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v.281, p.22-27, 2008b

BENETTI, D.D. Continuing and advancing the development of cobia (*Rachycentron canadum*) aquaculture technology from hatchery to market. **Progress Report NOAA Grant NA08OAR4170826**. 14p. 2010a.

BENETTI, DD, B O'HANLON, JA RIVERA, AW WELCH, C MAXEY, MR ORHUN. Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean. **Aquaculture**, 302:195-201. 2010a.

BENETTI, D.D.; SARDEMBERG, B.; HOENING, R.; et al.; Cobia (*Rachycentron canadum*) hatchery-to-market aquaculture technology: recent advances at the University of Miami Experimental Hatchery (UMEH), **Revista brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 60-67, (suplemento especial). 2010b.

CAQUET, T.; LAGADIC, L.; STEVEN, R.S. Mesocosm in ecotoxicology: Outdoors aquatic system. **Review of environmental contamination and toxicology**, 165, p. 1-38. 1989.

CAVALCANTI, M.J.; LOPES, P.R.D. Morfometria comparada de *Ctenosciaena gracilicirhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Micropogonias furnieri* (Teleostei: Sciaenidae) pela análise multivariada de redes de treliças. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.7, n.4, p. 627-635, 1990.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, 17(104): 50-55. 2007.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. **Revista Brasileira Reprodução Animal**. Belo Horizonte, n.6, p.64-69. Disponível em: [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br), 2009. (suplemento).

COLT, J. Aquacultural productions systems. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 4183 – 4192, 1991.

CONCEIÇÃO, L. E. C., ARAGÃO, C., RICHARD, N., ENGROLA, P. G., MIRA, S., DIAS, J. Avanços recentes em nutrição de larvas de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 26 – 35, 2009 (suplemento especial).

CREPALDI, D. V. SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA PISCICULTURA. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.86-99, jul./dez. 2006. Disponível em: [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br)

DITTY, J.G., SHAW, R.F. Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachycentron canadum* (Family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico. **Fish Bull.** V.90, p.668–677, 1992.

D'ORBCASTEL, ER, JP BLANCHETON, A BELAUD. Water quality and rainbow trout performance in a Danish Model Farm recirculating system: Comparison with a flow through system. **Aquacult. Eng.**, 40:135-143. 2009.

FAO. 2009. Fishery Department, Fishery Information, Data and Statistic Unit. **FishStat Plus version 2.3.2000**, Rome, Italy.

FAO. 2010. **Global Aquaculture Production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>>. Acesso em: 20/10/2011.

FAO. 2012. The State of World Fishery and Aquaculture. Fishery and Aquaculture Department. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, Italy. <http://www.fao.org/fishery/publications/>>. Acesso em: 07/08/2012.

FAULK, CK, JB KAISER, GJ HOLT. Growth and survival of larval and juvenile coibia *Rachycentron canadum* in a recirculating raceway system. **Aquaculture**, 270:149-157. 2007.

FERRAZ, E. de M. , A. TELES, I. I. FLORINDO, V. R. CERQUEIRA. Avaliação de larvas de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, em sistema de larvicultura. In: X Reunião Científica do Instituto de Pesca, 2009, São Paulo-SP. **Resumos expandidos da 10ª Reunião Científica do Instituto de Pesca**. São Paulo: Instituto de Pesca, v.1. p. 90 - 92. 2011.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N. A.; **Manual de peixes marinhos do Sudoeste do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia /USP, 116 p. 49. 2000.

FISHBASE -  
<http://www.fishbase.de/summary/speciessummary.php.rachycentroncanadum>. Acesso em: 25/11/11.

FONTELES F., A. A. **Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional**.

Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará, 296 p., 1989.

FRASER, T.W.K.; DAVIES, S.J.; Review article nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, 40, p. 1219-1234, 2009.

FROESE, R. and D. PAULY. .FishBase. **World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org . 2009.

GLAMUZINA, B.; SKARAMUCA, B.; GLAVIC N.; KOZUL, V. Preliminary studies on reproduction and early life stages in rearing trial with dusky grouper, *Ephinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Aquaculture Research**, v.29, n.10, p. 769 – 771, 1998.

GRANEY, R. L. GIESY, J. P. CLARK, J. R. Fields studies. In: RAND, G. M. **Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment**. Taylor & Francis, Washington, USA. p.257-305, 1995.

HOLT, G.J.; KAISER, J.; FAULK, C. Advances in cobia research in Texas. In: LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. ed. **Cobia aquaculture: research, development and commercial production**. Taiwan: AFS/WAS/TFST/NTOU, p.45-56, 2007.

HUANG, C. M.; LIAO, I. C. Response to mass selection for growth rate in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 85, n. 1/4, p. 199-205. 1990.

KAISER, J.B.; HOLT, G.J.; **Cobia Southern Regional Aquaculture Center – SRAC**: Louisiana, , 18 p. n. 730. 2005.

LALLI, C. M. Enclosed experimental ecosystems: a review and recommendations. **Springer Verlag**, New York, 218p. 1990.

LA POINT, T. W., FAIRCHILD, J. F.; LITTLE, E. E.; FINGER, S. E. Laboratory and field techniques in ecotoxicological research: strengths and limitations. In: BODOU, A.;

IBEYRE, F. Aquatic Toxicologic: fundamentals, concepts and methodologies. V.2. **CRC Press**, Boca Raton, USA. p.239-255. 1989.

LEE, C.S.; OSTROWSKI, A.C. Current status of marine finfish larviculture in the United States. **Aquaculture** 200, 89–109. 2001.

LIMA, L.N.S.S. Identificação de regiões favoráveis ao cultivo de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral brasileiro considerando a temperatura como fator determinante. **Monografia (graduação)**: Engenharia de Pesca - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 26 p. 2010.

LIMA, H. H. Sobre a ocorrência de *Lutjanus bucanella* (Cuvier, 1828) Poey, 1868 no litoral brasileiro. **Arquivo Estadual de Biologia Marinha**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 7(2): 177-180. 1967.

MACIEL, C. M. R. R. Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus valenciennes* (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae). **Tese (Doutorado)**: Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 229 p. 2006.

MEDEIROS, C.; ARAÚJO, M.; ROLINIC, M.; FREITAS, I. Estrutura termohalina da região oeste do atlântico Tropical - ZEE/NE. In: F.H.V. Hazin (Ed.) **Meteorologia e Sensoriamento Remoto, Oceanografia Física, Oceanografia Química, Oceanografia Geológica**. Programa REVIZEE- Score Nordeste, Vol 1. Fortaleza, Martins & Cordeiro Ltda. 40-55p, 2009.

MENDES, L. B. Análise dos efeitos do agrotóxico Vertimec® 18CE em Danio rerio (Cypriniformes, Cyprinidae) por meio de estudos experimentais. **Dissertação (Mestrado)**: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

MORAES, D.A. A Morfometria Geométrica e a sua “Revolução na Morfometria”: localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. **Boletim**, ano III, nº 3. 2003.

NHU, V.C.; NGUYEN, H.Q.; LE, T.L.; TRAN, M.T.; SORGELOOS, P.; DIERCKENS, K.; REINERTSEN, H.; KJORSVIK, E.; SVENNEVIG, N. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: Recent developments and prospects. **Aquaculture**, v.315, p. 20-25, 2011.

ODUM, E. P. The mesocosm. **BioScience**, 34 (9). 1984.

OSTRENSKY, A.; BOERGER, W.A. Principais problemas enfrentados atualmente pela aqüicultura brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, JR.; SOTO, D. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. 2008. Brasília: SEAP, p. 135-138, 2008.

PAPADROULAKIS, N.; KENTOURI, M.; MAINGOT, E.; DIVANACH, P. Mesocosm: a reliable technology for larval rearing of *Diplodus puntazzo* and *Diplodus sargus sargus*. **Aquacult. Int.** 12: 345 – 355. 2004

PEREIRA, M. A. R. G. Uso do probiótico *Bacillus* spp. na larvicultura do bijupirá *Rachycentron canadum* em sistema de recirculação de água. **Dissertação (Mestrado):** Aquicultura. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul. 51 p. 2011.

PEREGRINO JR, R. B. Formação e manejo de um plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em Pernambuco. **Dissertação (Mestrado):** Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 56 p. 2009.

PESSOA, W.V.N. Frequência alimentar e desempenho de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) Linnaeus, 1766. **Dissertação (Mestrado):** Recursos Pesqueiros e Aquicultura - Universidade Federal Rural de Pernambuco. 63 p. 2011.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. Worldwide prospects for commercial production of tilapia, Alabama: **International Center for Aquiculture**, Auburn University. 40p.1994.

REIST, J. D. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometric data. **Canadian Journal of Zoology**, Toronto, v. 63, n. 6, p. 1429-1439, 1985.

ROJAS, A. e WADSWORTH, S.; A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 70–100. **FAO Fisheries Technical Paper**. No. 498. Rome, FAO. 241 pp.2007.

ROUBACH R.; CORREIA E.S.; ZAIDEN S.; MARTINO R.C.; CAVALLI R.O. Aquaculture in Brazil. **World Aquacult**, v.34, p.28-35, 2003.

SAMPAIO, Luís André; TESSER, Marcelo Borges and WASIELESKY JUNIOR, Wilson. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.39, pp. 102-111. ISSN 1806-9290. 2010. (suplemento)

SANCHES, E.G.; SCKENDORFF,R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTTIANI, E.F.; Viabilidade Econômica do Cultivo do Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Sistema Offshore. **Revista Informações Econômicas**, v.38, n. 12, dez. 2008.

SANTOS, E. P. Alometria referencial. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 21, p. 19 - 21, 1994.

SANTOS, V. B. dos; FREITAS, R. T. F.; LOGATO, P. V. R.; FREATO, T. A.; ORFÃO, L. H.; MILLIOTI, L. C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 554-562, 2007.

SCHWARZ, M.H.; CRAIG, E.; McLEAN, e D. MOWRY, Status of cobia research and production Proceedings of the **5<sup>th</sup> International Conference on Recirculation Aquaculture**, Roanoke, VA, USA, p115 – 116. 2004.

SCHWARZ, M. H.; McLEAN, E. e CRAIG, S.R., Reserch Experience with Cobia: Larval Rearing, Juvenile Nutrition and General Physiology. – **Cobia Aquaculture: Research, Development and Commercial Production**, 169, p 1 – 17. 2007.

SHAFFER, R.V.; NAKAMURA,E.L.; Synopsis of Biological Data on the Cobia (Pisces: Rachycentridae), **NOAA Technical Report NMFS 82**. 22 p.1989.

SOUZA-FILHO J.J, TOSTA G.A.M. Bijupirá: As primeiras desovas da geração F1. **Panorama da Aquicultura**, v.18, p.50-53, 2008.

TEIXEIRA,V. DE P. A.; PEREIRA,S. A. DE L.; RODRIGUES, D. B. R.; LINO JUNIOR, R. DE S.; OLIVEIRA,F. A.; CASTRO,E. C.; REIS,M. A. **Princípios Básicos e Aplicações da Morfometria**. GOIÁS: Universidade Federal de Goiás; Universidade de Uberaba. Disponível em: <  
<http://www.fmtm.br/instpub/fmtm/patge/morfometria01.htm>> Acesso em: 03/08/12.  
2001.

THOMAS, H. G.; BENJAMIN C. G.; LOYD, W.; LEWIS L. V. Development of larval culture techniques for the shore crab, *Carcinus maenas*. **Aquacult Int** 19, 381 – 394. 2011

ZOUITEN, D.; KHEMIS, I.; BESBES, R.; CAHU, C. Ontogeny of the digestive tract of thick lipped grey mullet (*Chelon labrosus*) larvae reared in “mesocosms”. **Aquaculture**, 279(1-4), 166-172. 2008.